

芝草用成長調整剤(植調剤)の生理作用と活用



宇都宮大学 名誉教授
竹内 安智

- 1. 植物成長調整剤(植調剤)とは何か**
- 2. 植物成長調整剤のホルモンとの関わり**
- 3. 芝生に使用される植物成長調整剤(植調剤)**
 - a. エチレン発生剤・エチレン発生促進剤**
 - b. 植調作用を有する除草剤**
 - c. ジベレリン(GA)生合成阻害剤**
 - 生理作用と利用
 - GA生合成阻害剤の促進的副次効果
 - 芝草の環境ストレスとGA生合成阻害剤の活用

名称:植物成長調整剤(Plant Growth Regulator, PGR)は植物成長調節剤、あるいは単に「植調剤」とも呼ばれる。

目的:植物の成長や発育をコントロールして品質向上、増収、不良条件下でのストレス回避や栽培管理作業の省力化のために用いる薬剤。

成分:植物ホルモンか、その関連物質(対抗物質なども)である。

機能:「植物の生理機能を調節する物質」、あるいは「ホルモンのバランスを変えることのできる薬剤」。

成長調整剤

イネ

- 健苗育成剤
- 発根促進剤
- 出芽促進剤
- 倒伏軽減剤
- 登熟向上剤

野菜

- 着果促進剤
- 果実肥大剤
- 熟期促進剤
- 生育・肥大促進剤

果樹

- 発根促進剤
- 矮化剤
- 摘果剤
- 落果防止剤
- 着色促進剤
- 花芽着生促進剤
- 開花促進剤
- 果粒肥大促進剤
- 熟期促進剤
- 無種子化・果粒肥大促進剤

花卉

- 鮮度保剤
- 矮化剤

表2 日本で芝草に使用される主な植物成長調整剤(農薬登録されているもの)

プリモマックス ビオロック	trinexapac-ethyl Prohexazone -Ca	刈込軽減 芽数増加
グリーンフィールド バウンティ	fluriprimodol Paclobutrazol	刈込軽減 出穂抑制 (バウン ティのみ)
ショートキープ	bispiribac-Na	スズメノカタビラ出穂抑制
プロキシ	ethephon	スズメノカタビラ出穂抑制
ドラード	benzylaminopurine	スズメノカタビラ出穂抑制

Turf Growth Regulation

Dr. T.L. Watschke, Dr. J.M. DiPaola, and Dr. D.P. Shepard

Turfgrass Slide Monograph
Division C-5, Turfgrass, Crop Science Society of America
Dr. Keith Karnok, Editor, University of Georgia

Dr. T L. Watschke, Professor Emeritus, Penn State University
Dr. J.M. DiPaola, Syngenta Crop Protection, Inc. & Adjunct Professor, Ohio State University
Dr. D.P. Shepard, Syngenta Crop Protection, Inc.



Crop Science Society of America

(2011)

アメリカ作物学会、芝草部会

Info Introduction

- Plant growth regulators (PGRs) have been used on turfgrass areas for more than 50 years. Slowing turfgrass vertical growth and seedhead suppression on low-quality turf areas were the initial primary uses of PGRs. There was little PGR use on high-quality turf areas like golf courses because the PGR products initially available could be phytotoxic to the turf.
- PGR use has increased greatly in recent years due to the development of new, safer PGR products, and they are now a key part of many turfgrass management programs.
- The goal of this presentation is to provide an overview of current PGR use with a focus on high quality turf areas.



Crop Science Society of America

○芝生でのPGR使用は50年以上に及ぶ。

当初はlow-quality-turfの伸長抑制や出穂抑制であった。

薬害の可能性があった。

○現在ではhigh quality-turfにも使用される。最近は安全性の高いPGRが開発され芝生の管理への利用が急増している。

PGRs Impact Natural Plant Hormones Levels

PGRは天然植物ホルモンのレベルに影響を与える

- Abscisic Acid: closes stomates and inhibits germination, gibberellic acid (GA), and cytokinins
- Auxins: apical dominance, cell enlargement, root growth, inhibits axillary buds
- Cytokinins: cell division and enlargement, flowering senescence, and inhibits auxin
- Ethylene: stimulated by stress, root growth
- Gibberellins: cell elongation, photoperiod response, and chilling tolerance
- Polyamines: increase growth and slow chlorophyll degradation



What is a Turf Growth Regulator?

An organic compound, natural or synthetic, that when present (or applied) in small amounts results in a change in plant growth and/or development.

Change = Better color, increased density, fewer clippings, no seedheads, enhanced establishment, improved recuperative potential, deeper roots, larger food reserves, etc.



Crop Science Society of America

芝生の成長調整剤とはどんなもの？

- 有機化合物で天然、あるいは合成物で、
微量で成長(growth)、発育(development)に
変化をもたらすもの。
- 具体的には、刈込軽減、出穂抑制、より良い色彩、
密度・生育の増強、光合成産物増大などのために使用。

The Ideal Turf Growth Regulator

- Slows vertical growth
- Inhibits seedheads
- Results in no decrease in turf recuperative potential
- Improves turf quality
- Provides economic savings by reducing mowing and labor cost
- Delivers consistent performance
- Acts on all major turf species



Crop Science Society of America

理想的なPGRとは

- 上方成長を遅らせる。
- 出穂を抑える。
- ターフクオリティーを改善する。
- 刈込軽減により経費を節減する。
- **使用者による効果変動がない。**
- 主な芝草類に使用できる。
- わずかでも、薬害がない。

表1アメリカの芝草に使用されている植物成長調整剤(USA Crop Science Society)

Cass A	GA生合成阻害剤(初期段階の阻害)	paclobutrazol, flurmirimidol バウンティー、グリーンフィールド
Class B	GA生合成阻害剤(後期段階の阻害)	trinexapac-ethyl プリモマックス
Class C	細胞分裂阻害剤	maleic hydrazide, mefluidide, amidochlor
Class D	PGR活性を有する除草剤	sulfometuron-methyl, glyphosate(ラウンドアップ)、 chlorsulfuron, ethofumesate
Class E	エチレン発生剤	ethephon(エテホン)
Cass F	PGRの混合剤	trinexapac-ethyl+flurpyrimidol, (5.0%+ 13.26%) trinexapac-ethyl+ethephon

名称:植物成長調整剤(Plant Growth Regulator, PGR)は植物成長調節剤、あるいは単に「植調剤」とも呼ばれる。

目的:植物の成長や発育をコントロールして品質向上、増収、不良条件下でのストレス回避や栽培管理作業の省力化のために用いる薬剤。

成分:植物ホルモンか、その関連物質(対抗物質なども)である。

機能:「植物の生理機能を調節する物質」、あるいは「ホルモンのバランスを変えることのできる薬剤」。

1. 植物成長調整剤(植調剤)とは何か
2. 植物成長調整剤のホルモンとの関わり
3. 芝生に使用される植物成長調整剤(植調剤)
 - a. エチレン発生剤・エチレン発生促進剤
 - b. 植調作用を有する除草剤
 - c. ジベレリン(GA)生合成阻害剤
 - 生理作用と利用
 - GA生合成阻害剤の促進的副次効果
 - 芝草の環境ストレスとGA生合成阻害剤の活用

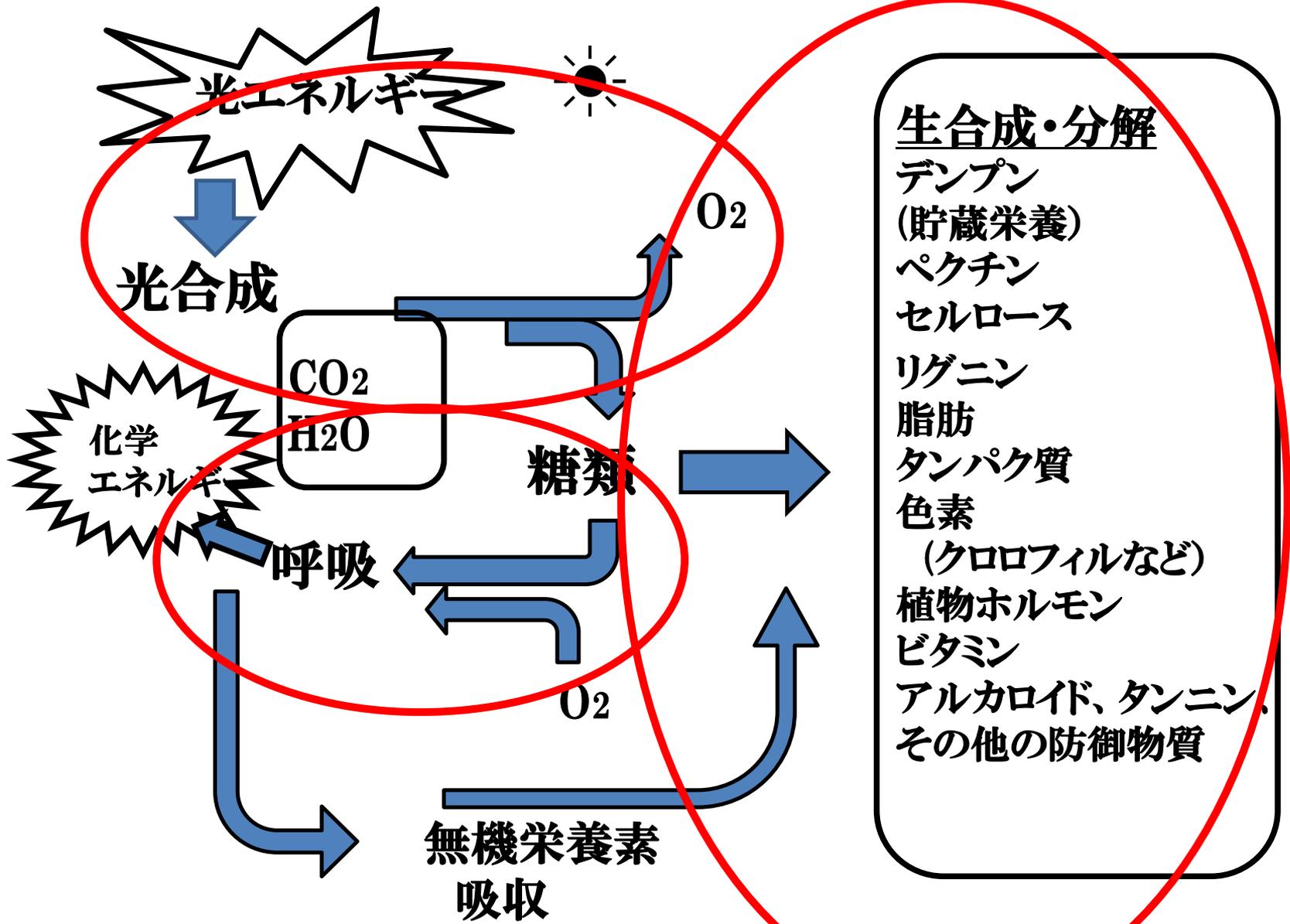
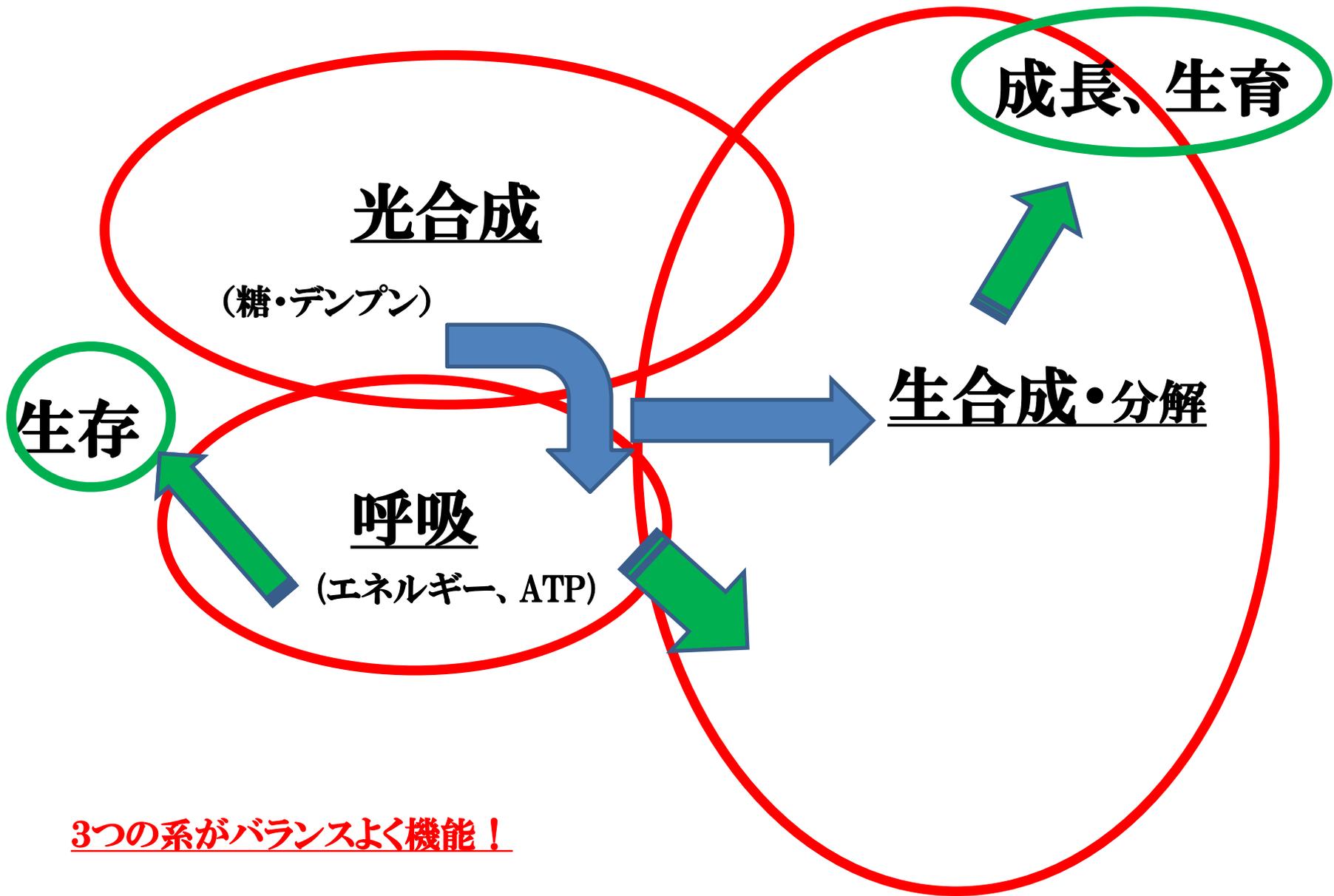


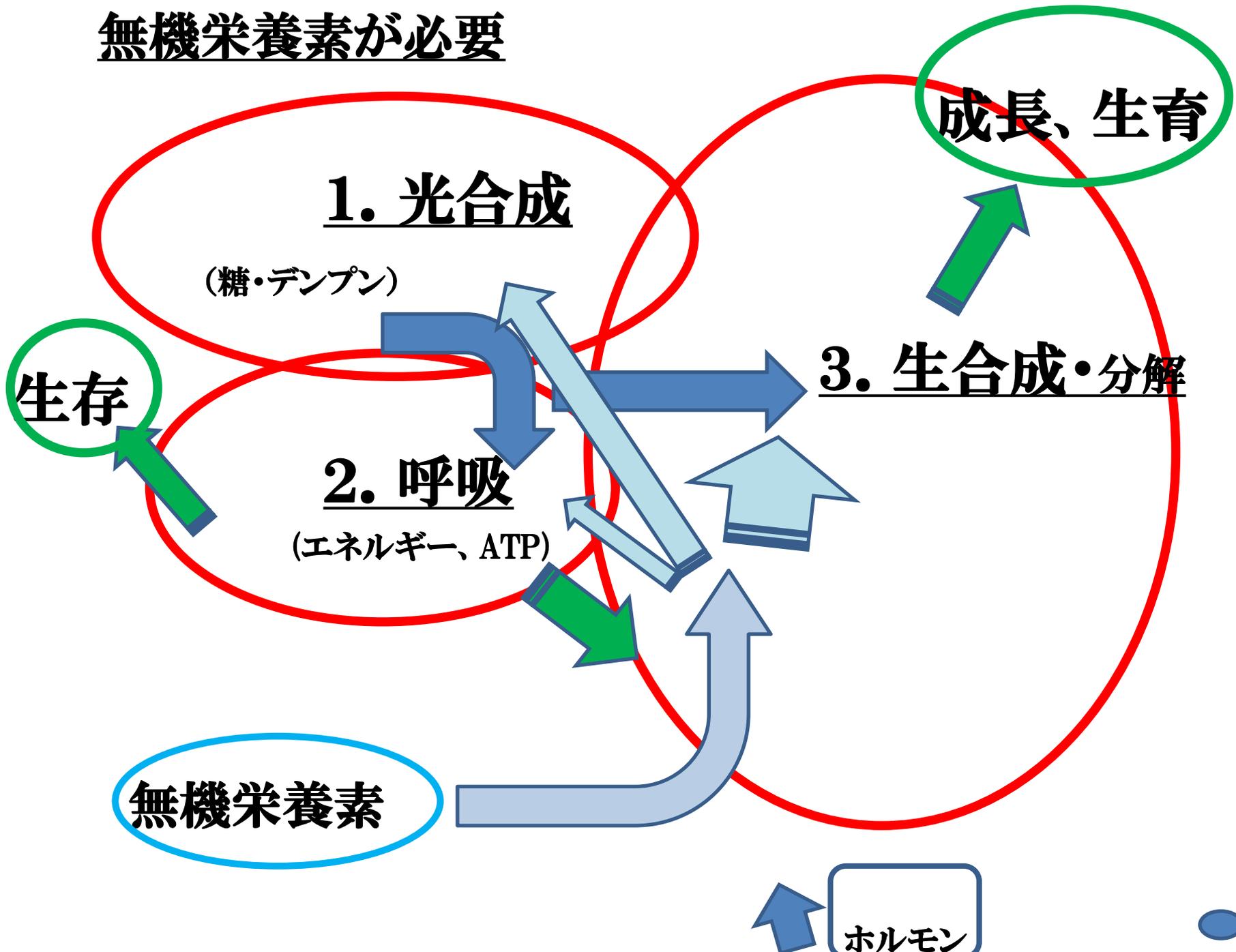
図1 植物の代謝

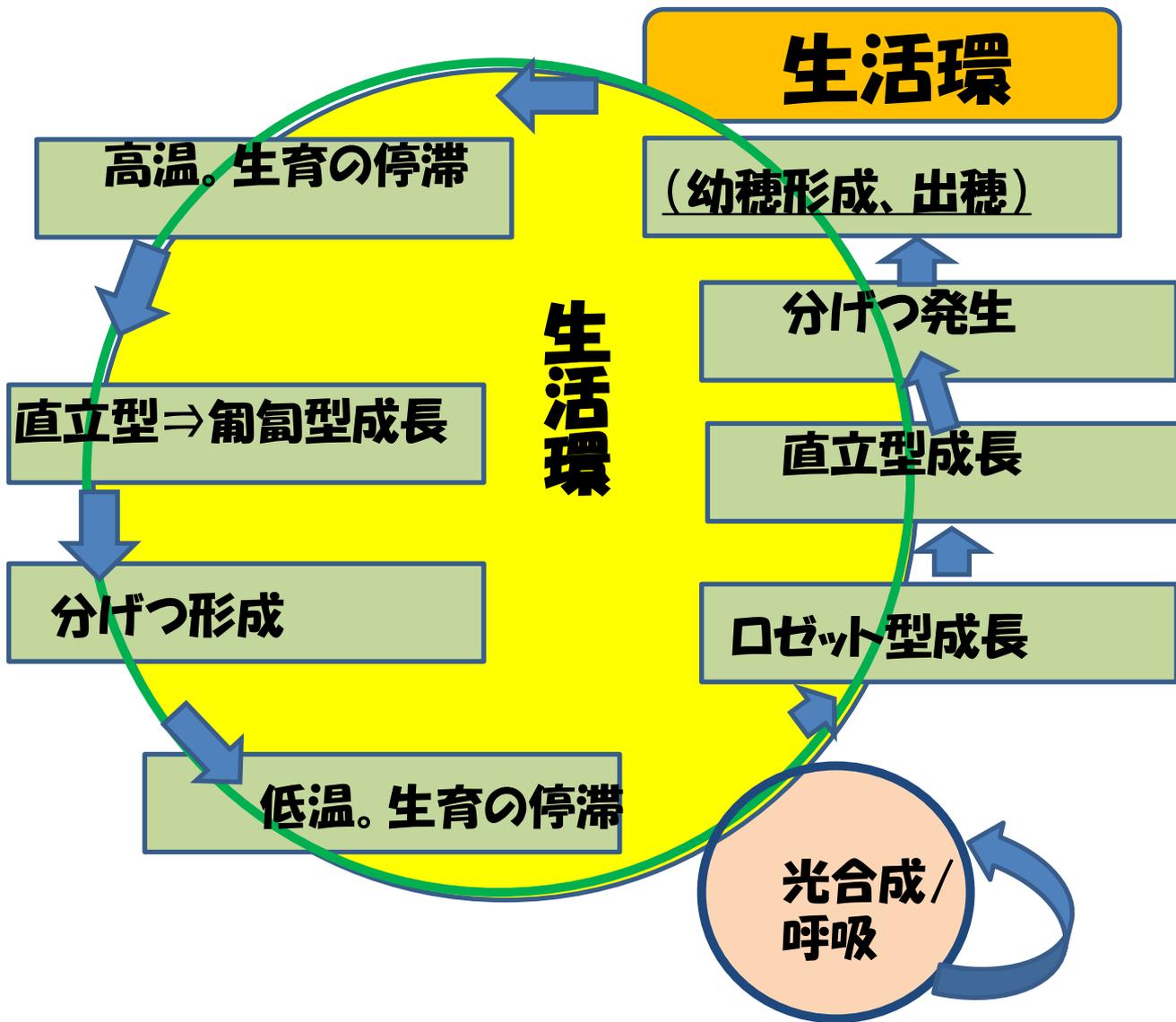


3つの系がバランスよく機能！

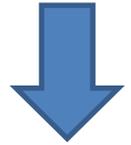
植物の生存と成長・生育

無機栄養素が必要



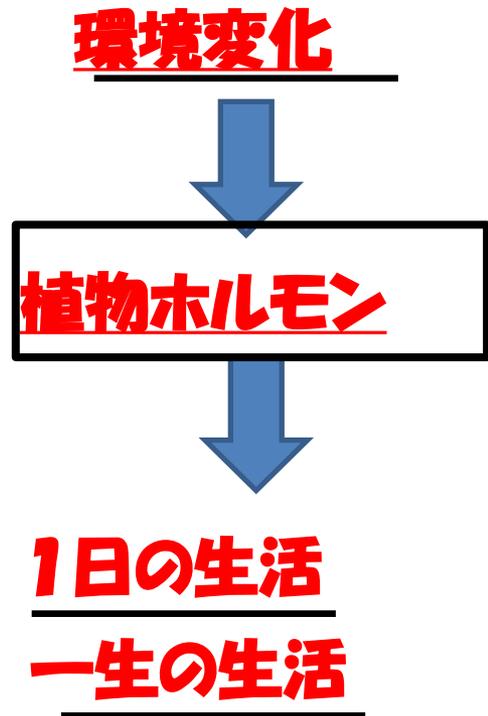
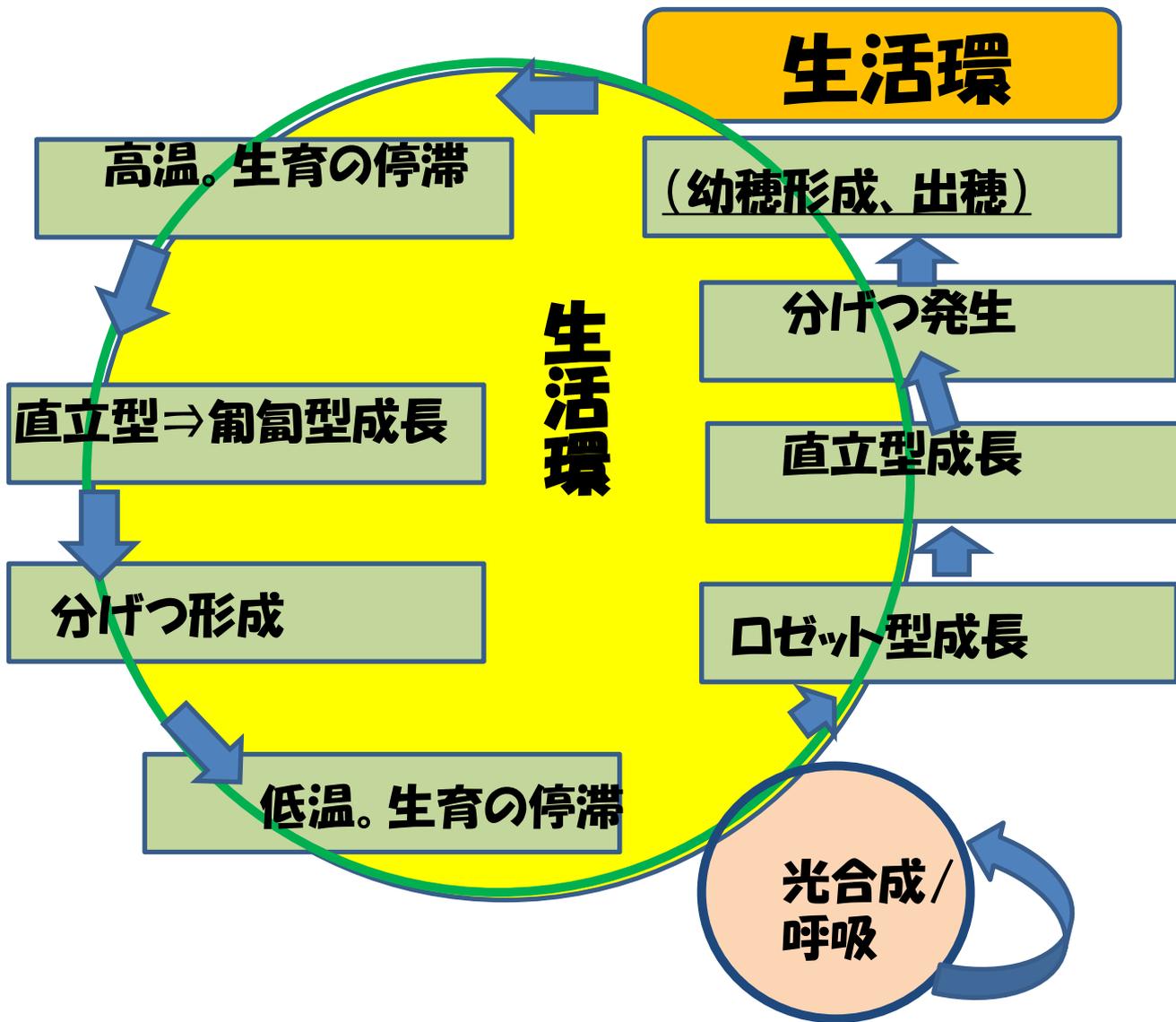


環境変化

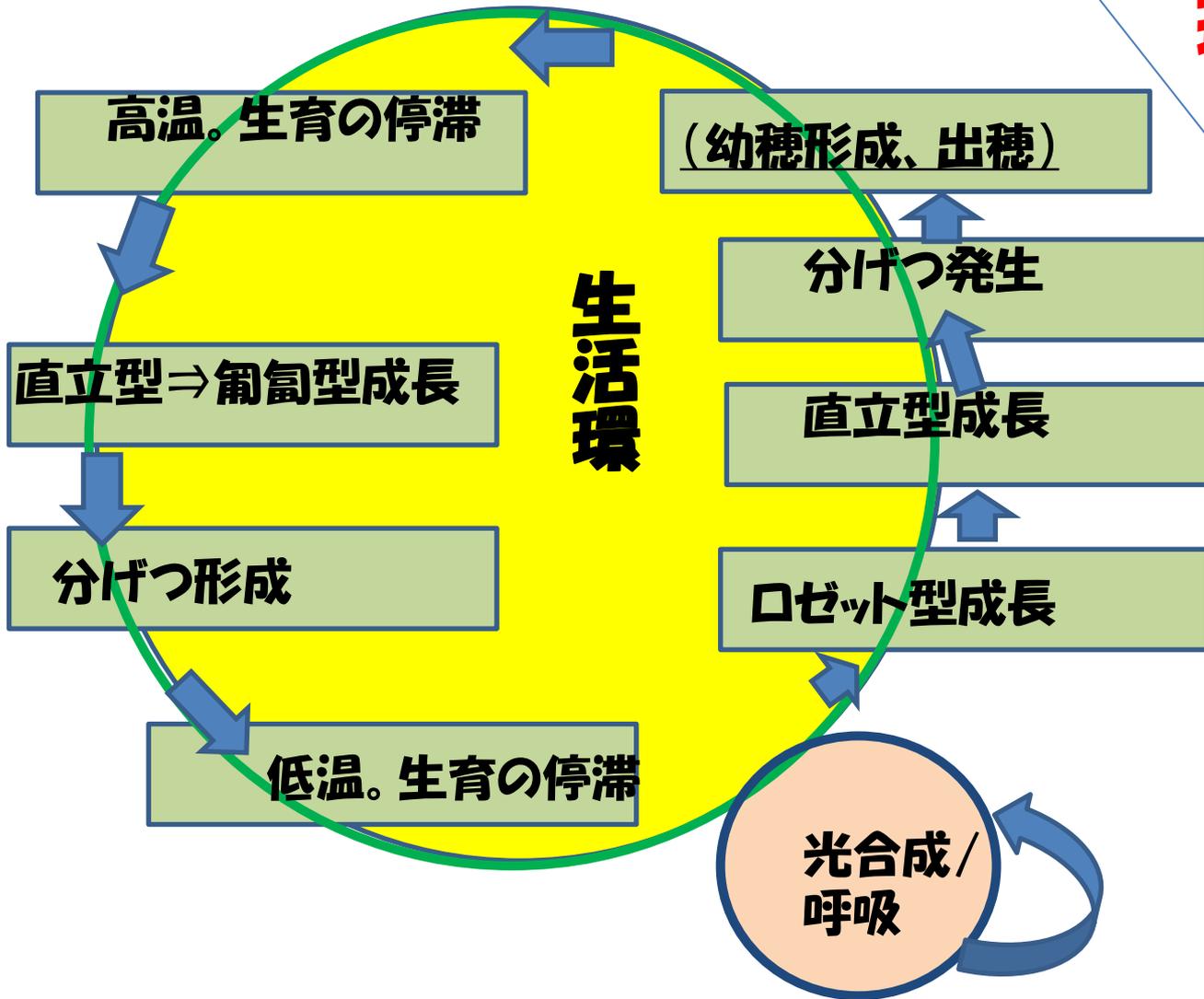


1日の生活
一生の生活

植物ホルモンが生活、生活環の進展を進める



植物ホルモンが生活、生活環の進展を進める

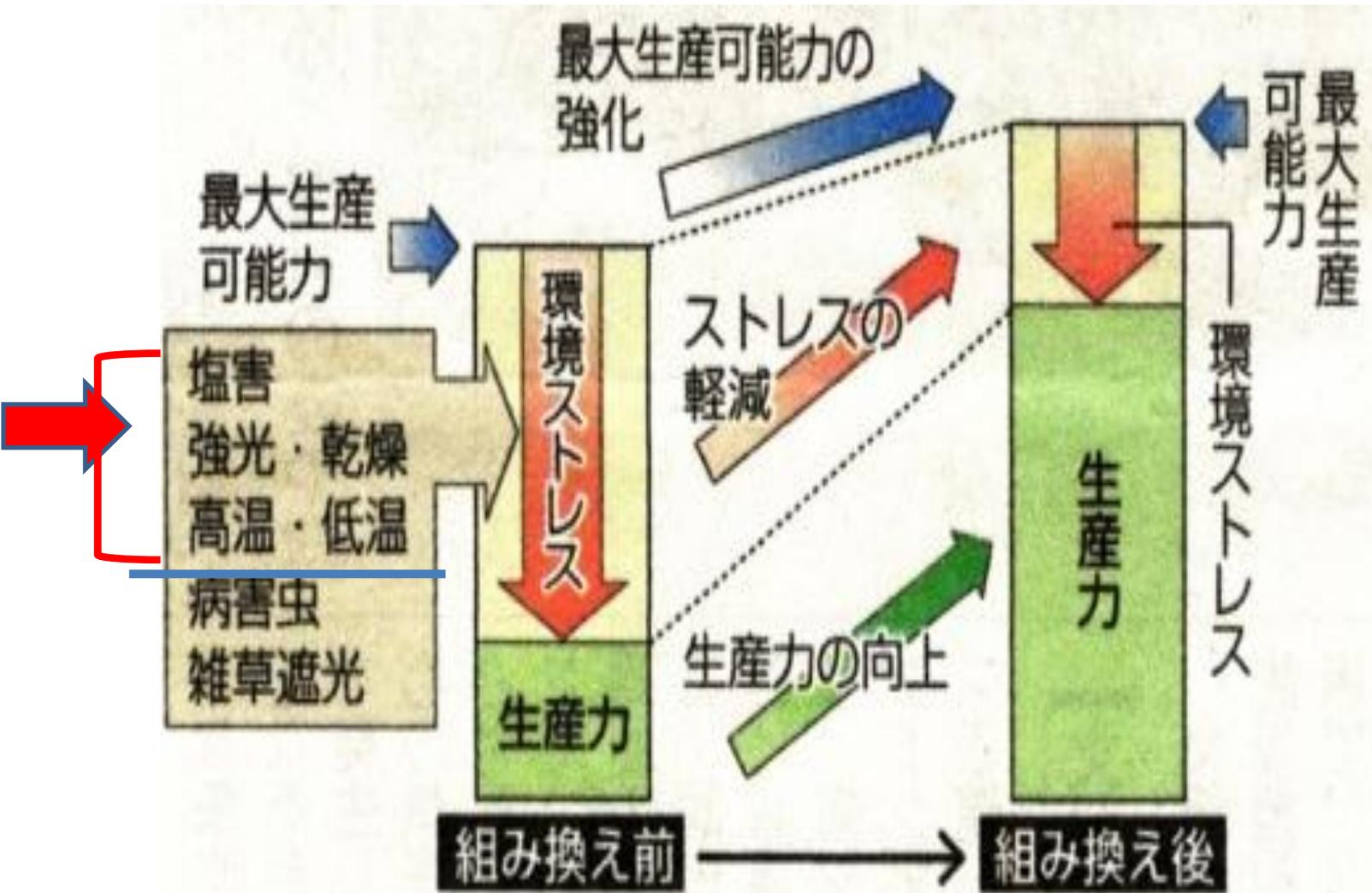


環境ストレス

高温、著しい低温、乾燥、冠水、栄養上の問題も。

植物ホルモンは環境ストレスにも対処

植物ホルモンは環境ストレスにも対処する。



(アメリカの研究者の図を奈良先端大の横田先生が改図)

作物の収量に及ぼす環境ストレスとその回避のために



図6 植物ホルモン

1. オーキシン

2. サイトカイニン

3. ジベレリン

4. アブシジン酸

5. エチレン

6. フラシノステロイド

7. ジャスモン酸

8. サリチル酸

9. ストリゴラクトン

10. フロリゲン

11. ペプチドホルモン

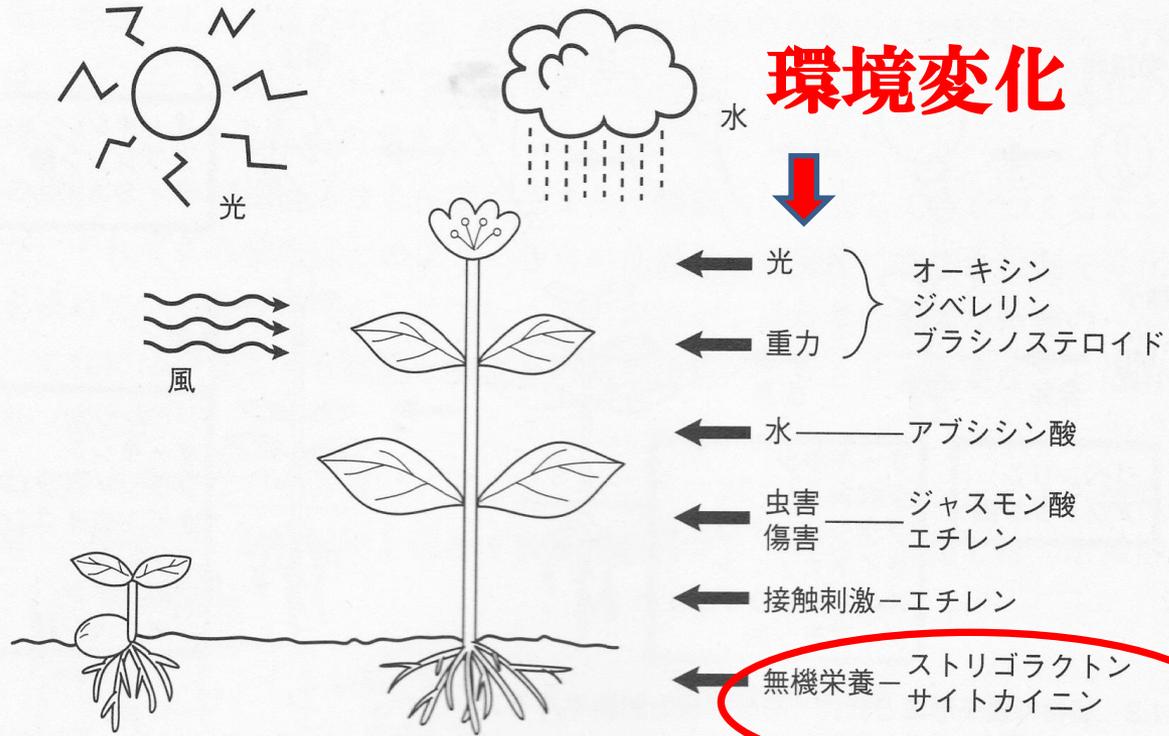


図 1.3 環境と植物ホルモン

ほとんどのホルモンが、何らかの形で環境の変化に应答して変動する。ここにあげたホルモンは、図中に示された刺激(変化)に関連して主に働くもの。

新しい植物ホルモンの科学(小柴、神谷)

種類が少ない、多機能性

「植物ホルモンの特徴」

- 植物ホルモンも動物ホルモンと同様に、極微量で生体の基本的な過程を調節する
- 有機化合物である。
- 両者の間には明確な違いがある。
動物ホルモンとの主な相違点。

植物では

- ①動物のように特定のホルモンを生産・分泌する器官(腺)が無く、
大体若い組織において生産される。
- ②複数のホルモンが同じ場所において合成される。
- ③同じ構造を持つホルモンが植物界全般に亘り、種を超えて分布し、
機能している。
- ④同一のホルモンが、異なった多様な生理作用を持つ。

図7 ホルモン達のCross talking 「話し合い！」



ホルモン A, B, C, D, E, F, G, H, G,,

生理作用
発芽、分枝、休眠、

ホルモンのバランス！！

特定の器官で生産

動物ホルモン



ホルモンA



生理作用



ホルモンB



生理作用

種類が多い。

環境変化/ストレス

シグナル

図3 植物ホルモンと遺伝子発現

栄養条件も

植物ホルモンと関連物質 (PGRs) **(植調剤)**

遺伝子発現
DNA, RNA

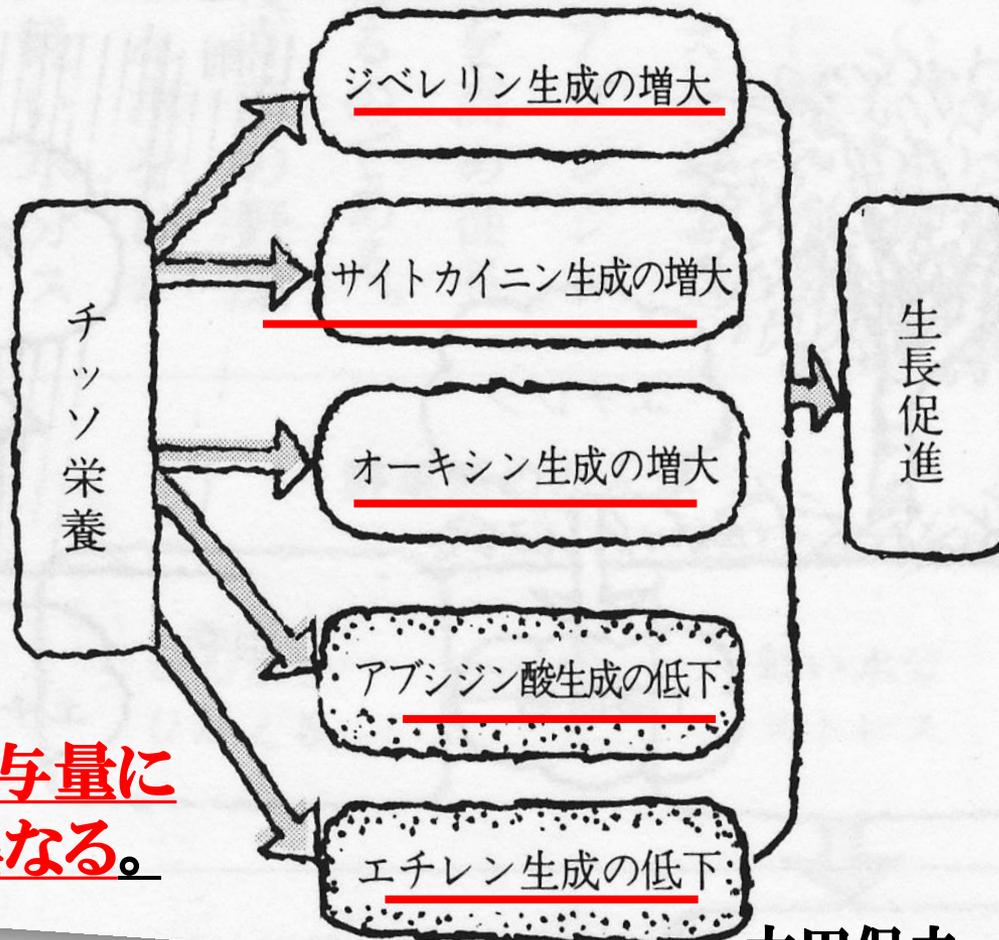
タンパク質合成

(指示, 指揮)

生理作用(例: 発芽、分枝)

図4 栄養素もホルモンレベルに影響

植物はチッソ肥料を与るとなぜ生長するか



窒素の投与量によっても異なる。

太田保夫、「植物ホルモンを生かす」

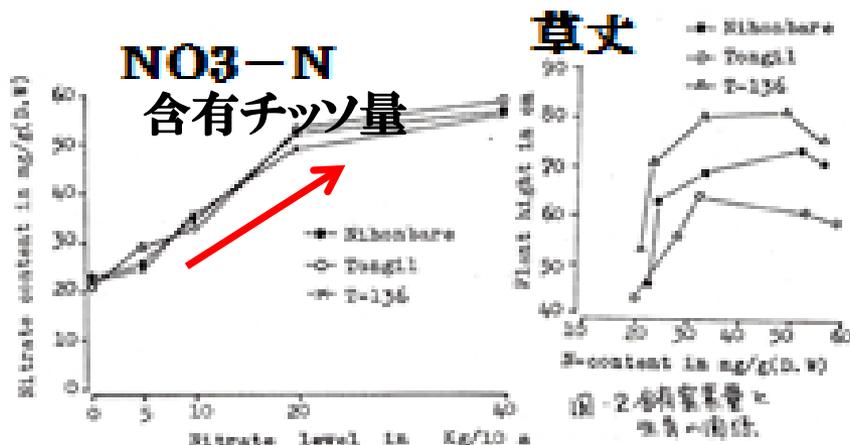


図1 窒素レベルと含有窒素量の関係

図2 2含有窒素量と草丈の関係

植物ホルモンバランスに及ぼすチツの影響 第1報 水稻基部のジベレリン含量及びエチレン生成量に及ぼすチツの影響 (山村ら、自作紀 40(別-1)、1980)

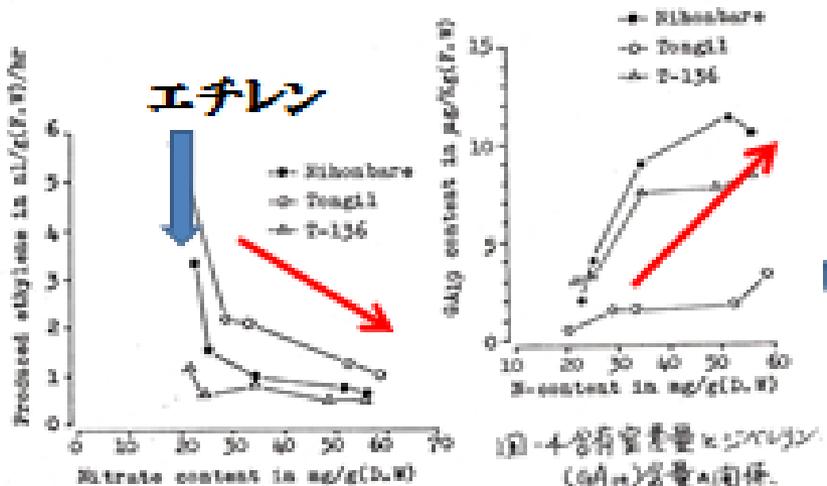


図3 含有窒素量とエチレン生成量の関係

図4 含有窒素量とジベレリン(GA₃)含量の関係

ポット栽培のイネ(3品種)に N:5-40kg, P, K:10kg/10a施用した。
 日本晴れ=Japonica, T-136=Indica, 統一(Tongli)=矮性

「水稻茎葉部について分析」

ジベレリン



1. 植物成長調整剤(植調剤)とは何か
2. 植物成長調整剤のホルモンとの関わり
3. 芝生に使用される植物成長調整剤(植調剤)
 - a. エチレン発生剤・エチレン発生促進剤
 - b. 植調作用を有する除草剤
 - c. ジベレリン(GA)生合成阻害剤
 - 生理作用と利用
 - GA生合成阻害剤の促進的副次効果
 - 芝草の環境ストレスとGA生合成阻害剤の活用

エチレンの生理作用

「気体」

休眠打破

伸長阻害

樹液増大

花成促進

雌花着生増大

摘果、摘花

着色促進、熟期促進

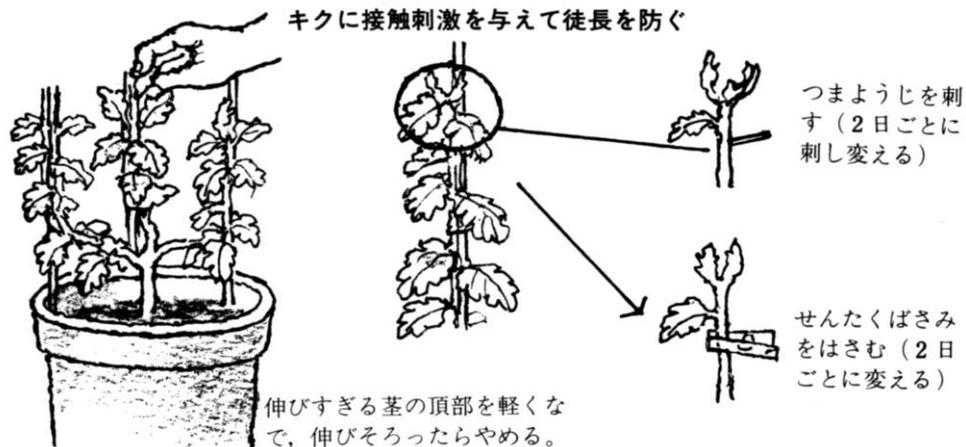
葉の黄化

落葉



テンサイの苗の接触刺激処理
テンサイの接触刺激による健苗育成。

接触刺激、
踏圧、重力、風、傷、
病害、湛水によっても発生。
化合物



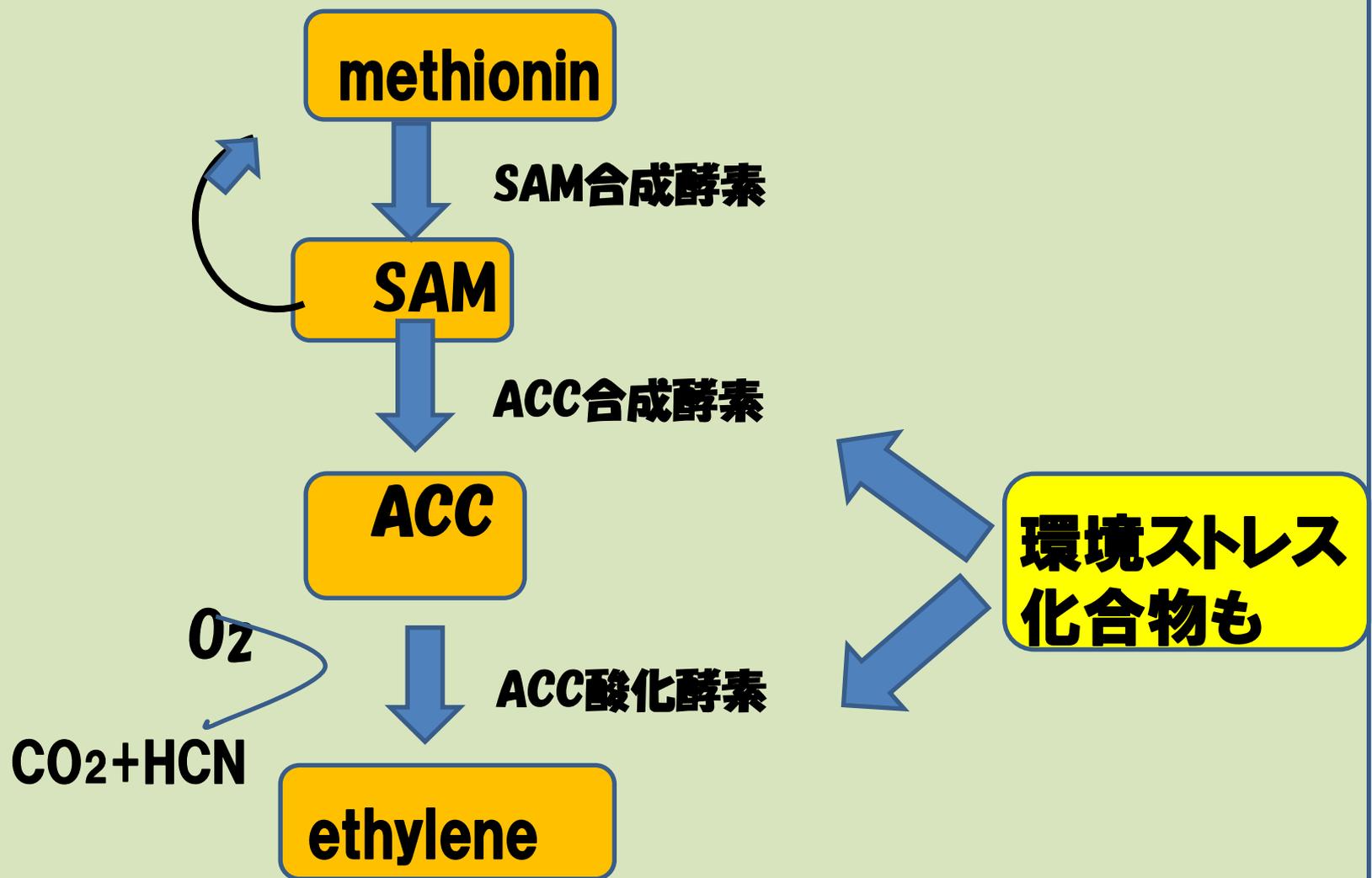
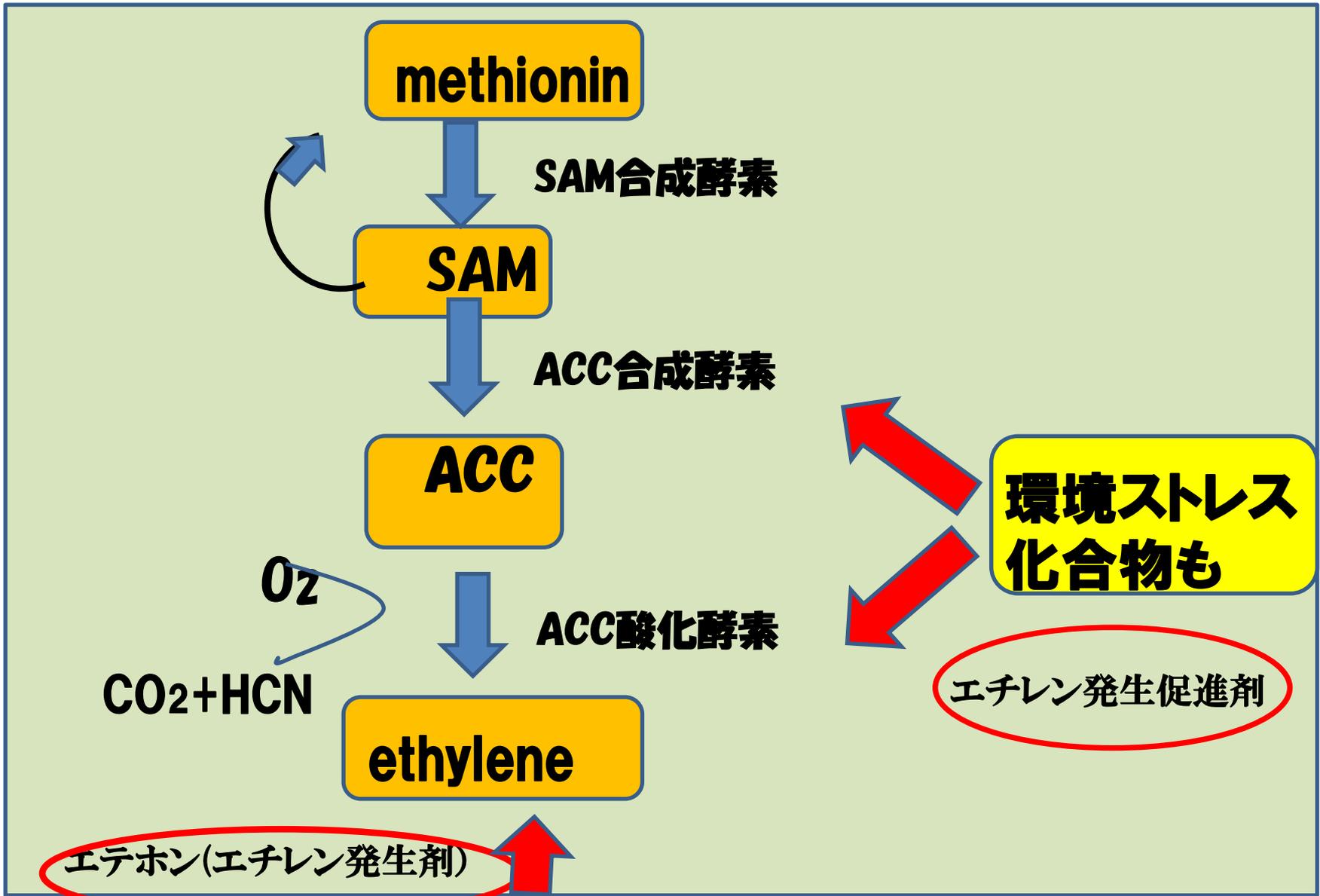


図10 エチレン生合成に及ぼす環境ストレスの影響



エチレンの利用

エチレン発生剤、エテホンの利用

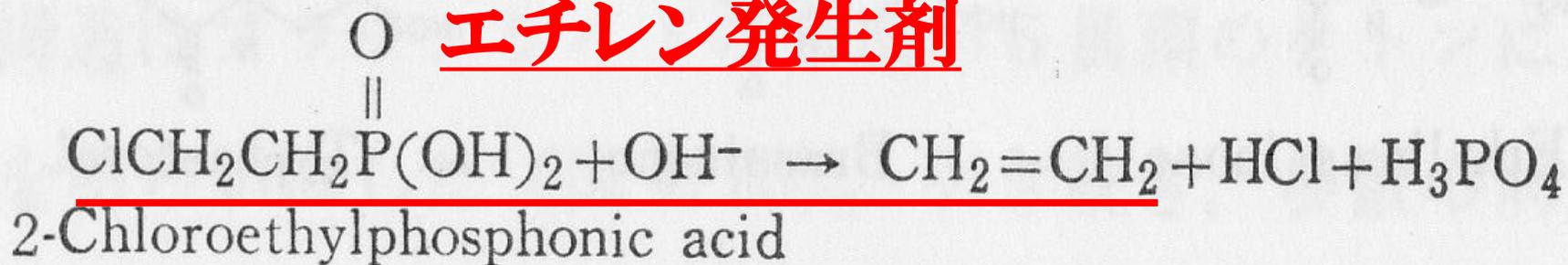
果樹の摘花・摘果、熟期促進・着色、

小麦の節間伸長抑制(止葉期～出穂始期)

果樹落葉促進

果菜類 雌花花成促進

エチレン発生剤



ethephon(一般名)

芝生用:フロキシ

プロキシ

○幼穂形成期～出穂前のスズメカビラに処理すると若い段階の幼穂に作用して出穂を抑制する。

○プロキシからのエチレン発生期間は数日と長くないので、一定間隔(30日程度)で反復処理する必要がある。

フィールドではスズメノカタビの幼穂の形成時期は個体によって、あるいは個体の中でもバラバラで長期間に及ぶため。

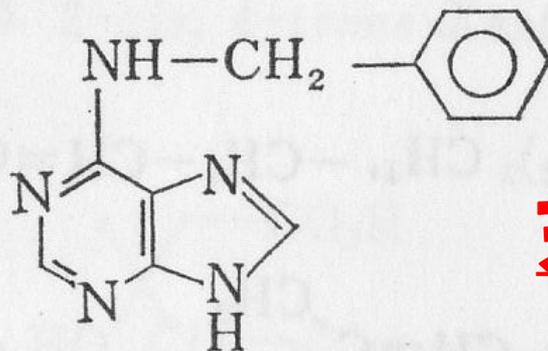
○他のPHGRとの混用もされる。

○プロキシのスズメノカタビラ出穂抑制作用はプロキシから発生したエチレンがサイトカイニンのレベルを下げ、さらに出穂前の細胞分裂に使用されるエネルギーを低下させるなどによってもたらされる。

ベンジルアデニン(BA)の利用

合成サイトカイニン

果樹:側芽発生促進、新梢発生促進、
着花促進、無種子化(ブドウ、GAの早期処理拡大)、花振るい防止、
野菜:萌芽促進(アスパラガス)



エチレン発生促進剤

芝生用:ドラー

6-(*N*-Benzylamino)purine (化学名, 一般名)

ドラード(ベンジルアミノプリン、BA)

○スズメノカタビラの幼穂形成期に処理するとエチレン発生を誘導して出穂を抑制する。

○エチレン発生期間は比較的長いが、出穂が不揃いのスズメノカタビラには出穂シーズン中2~3回の反復処理が必要。一年型、多年型のいずれのスズメノカタビラにも出穂前~出穂時の処理でも出穂抑制に卓効がある。

○各種のイネ科芝草には薬害がない。

○プロキシ(エテホン)と混用するとエチレン発生量が相乗的に高まり、出穂抑制効果が向上し、処理適期幅・残効期間が拡大する。

・エセホンとBAの相乗効果、エチレン発生の持続

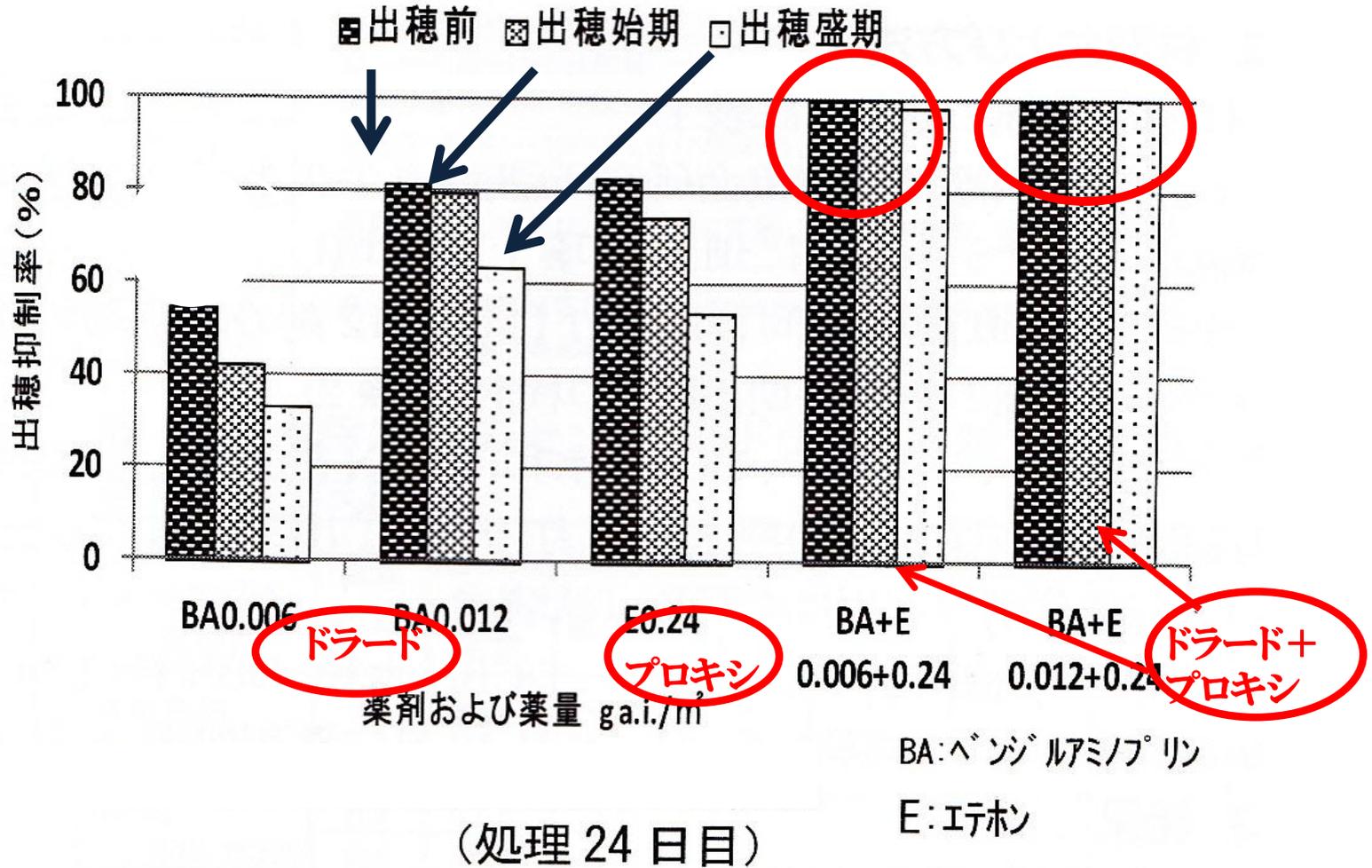
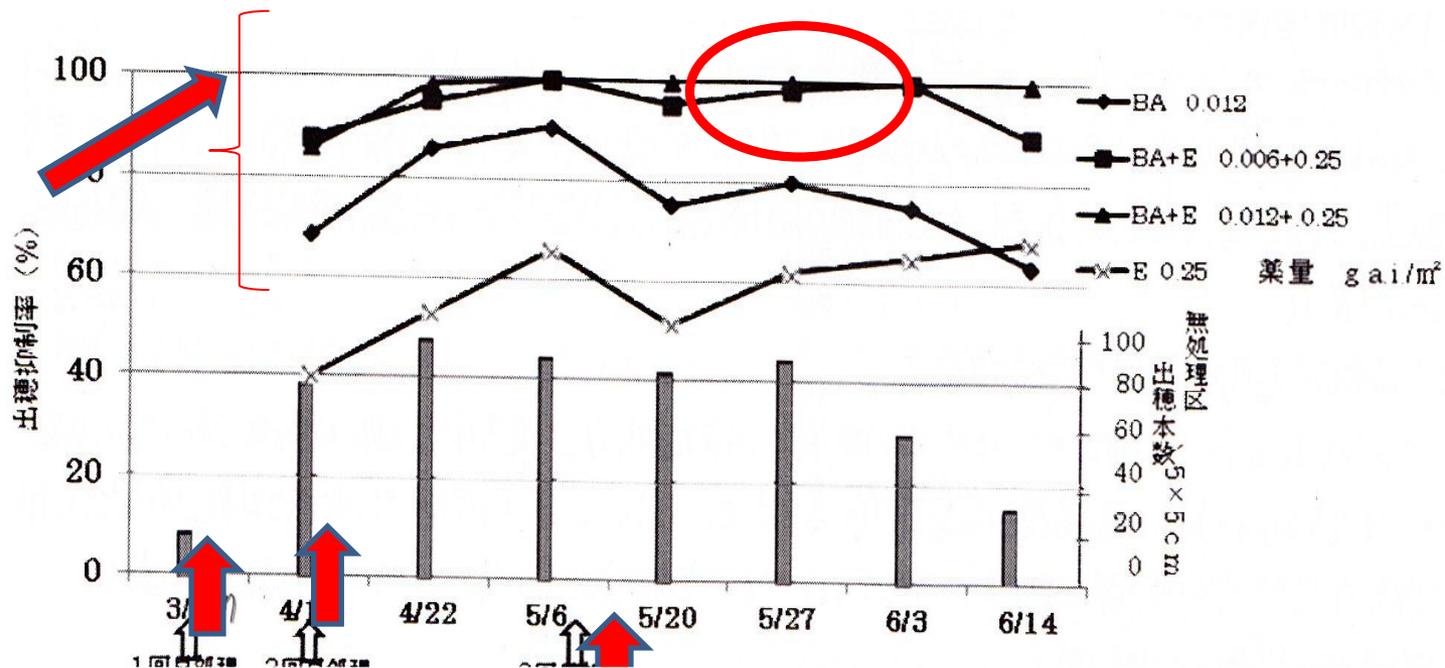


図8 ベンジルアミノプリン(BA)とエセホン(E)のスズメノカタビラの時期別出穂抑制効果(伊織ら)

図9. ベントグリーン様管理圃場における連続3回散布によるスズメノカタビラの出穂抑制効果(伊織ら、芝草研究 41-1)



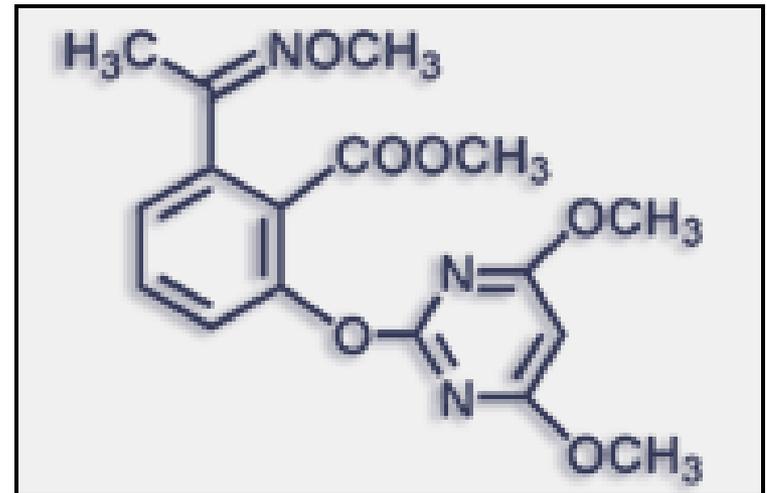
•スズメノカタビラ出穂前・出穂初期から3~4週間間隔で3回の茎葉散布。

•エセホンとBAの相乗効果、エチレン発生の持続

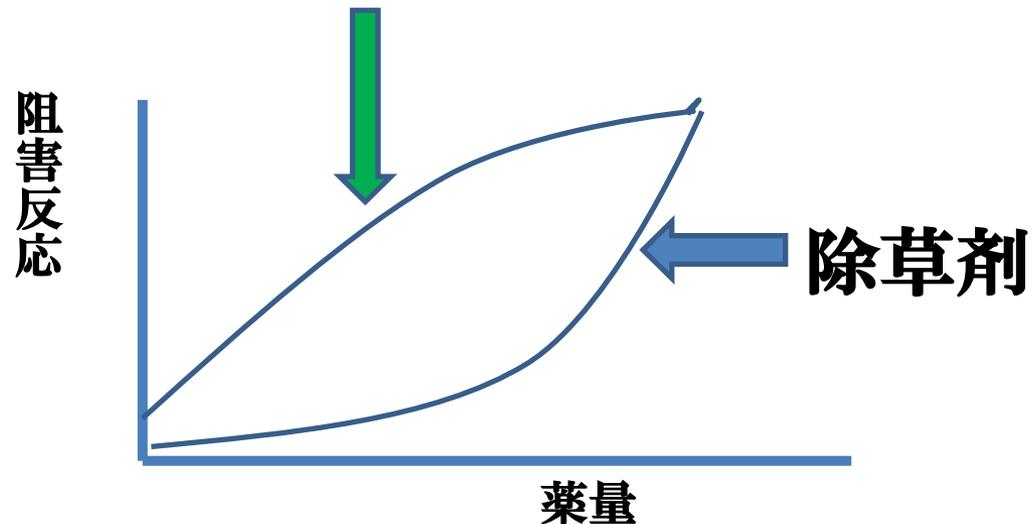
1. 植物成長調整剤(植調剤)とは何か
2. 植物成長調整剤のホルモンとの関わり
3. 芝生に使用される植物成長調整剤(植調剤)
 - a. エチレン発生剤・エチレン発生促進剤
 - b. 植調作用を有する除草剤**
 - c. ジベレリン(GA)生合成阻害剤
 - 生理作用と利用
 - GA生合成阻害剤の促進的副次効果
 - 芝草の環境ストレスとGA生合成阻害剤の活用

植調作用を有する除草剤 (bispyribac-Na) :

ショートキープ



ショートキープ：
緩やかな阻害曲線



- ショートキープは除草剤として、さらに抑草剤としても使用される。
- 出穂前のスズメノカラビラに散布すると、主茎の伸長を抑制して出穂を強く抑制する。 アメリカでも使用されている。

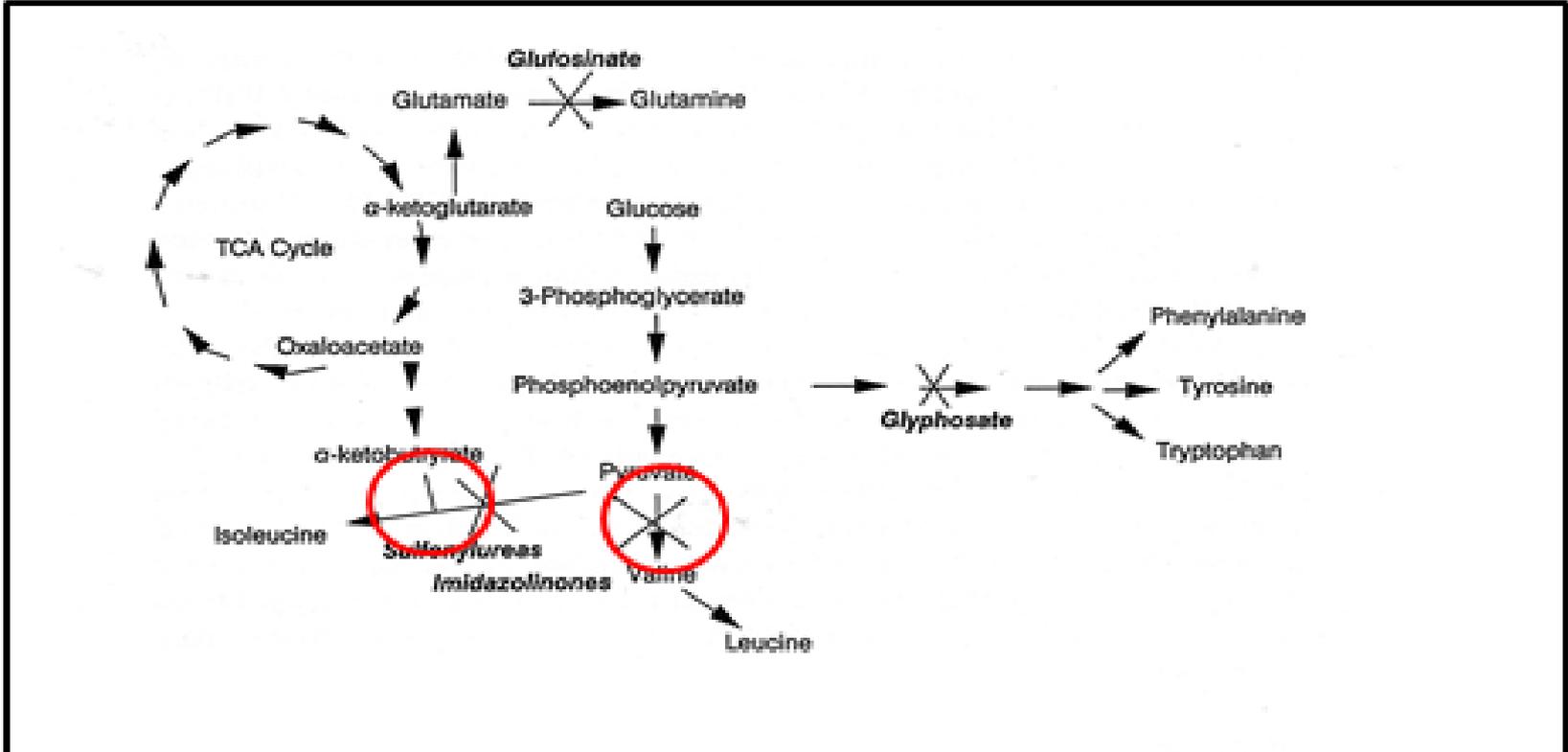


図11 分枝アミノ酸(バリン、ロイシン、イソロイシン)生合成阻害剤 (bispyribac-Na=ショートキープなど)の作用点

スズメノカタビラ出穂抑制効果

- ベントグラスでの試験例 -

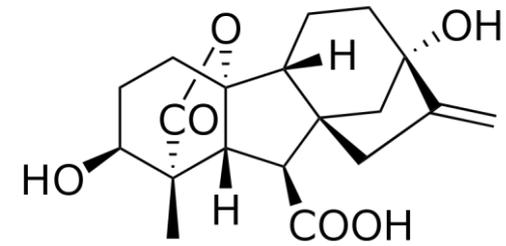


- 静岡県富士地区ゴルフ場(標高1000m)練習グリーン
- 供試薬量は $0.2\text{ml}/\text{m}^2$
- 散布16日後の状態。無散布区で黄色く見えるのは全てスズメノカタビラ
- ショートキープ液剤処理により、スズメノカタビラの出穂が抑制され景観が向上した

1. 植物成長調整剤(植調剤)とは何か
2. 植物成長調整剤のホルモンとの関わり
3. 芝生に使用される植物成長調整剤(植調剤)
 - a. エチレン発生剤・エチレン発生促進剤
 - b. 植調作用を有する除草剤
 - c. ジベレリン(GA)生合成阻害剤
 - 生理作用と利用
 - GA生合成阻害剤の促進的副次効果
 - 芝草の環境ストレスとGA生合成阻害剤の活用

ジベレリンの主な生理作用

- 伸長成長の促進
- 休眠打破、発芽促進
- アミラーゼの誘導（種子発芽時に胚乳のデンプンを分解）
- 花芽形成・開花促進等。



GA1

利用

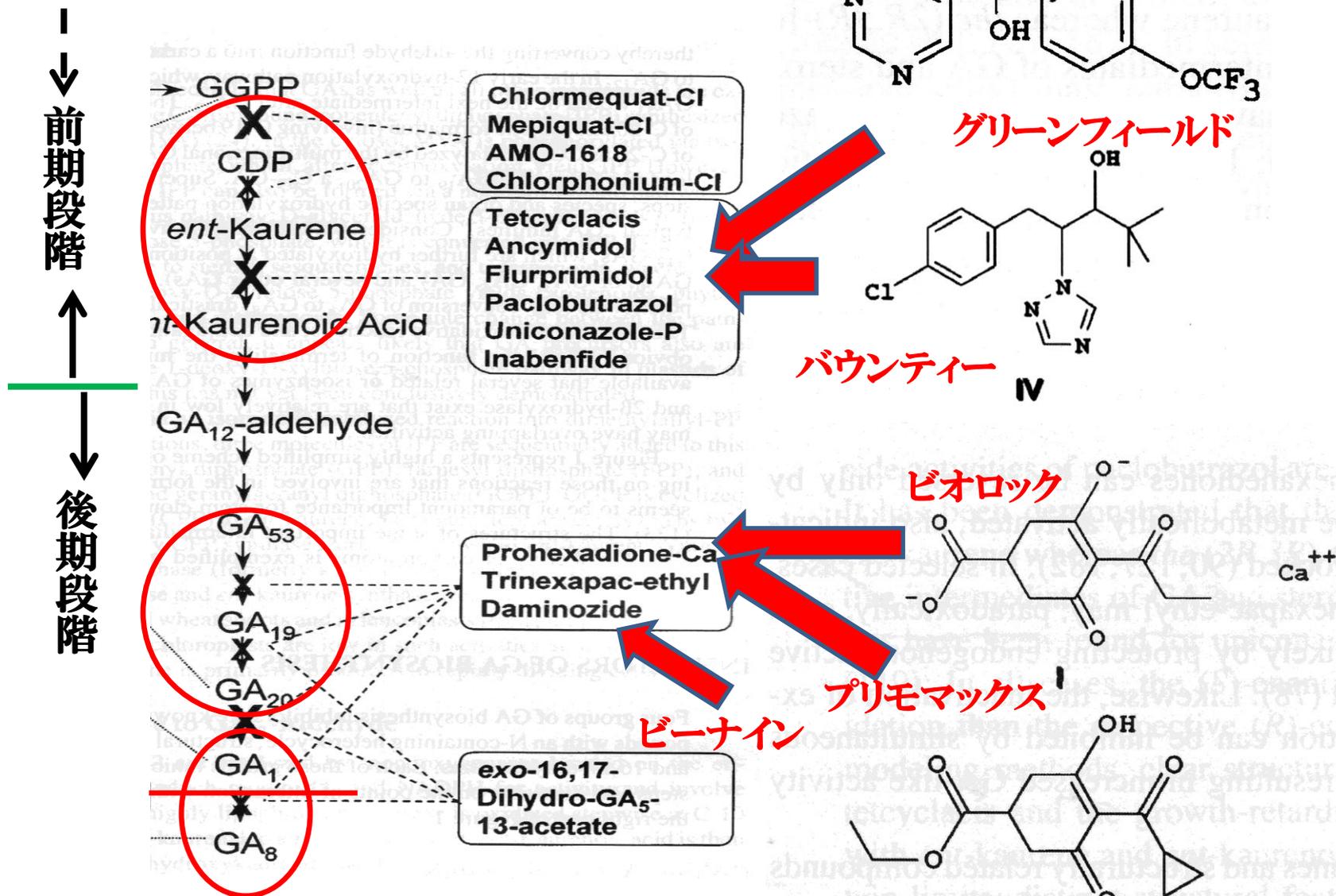
ジベレリンGA₃

休眠打破・発芽促進、開花促進、
着果促進・着果安定・落果防止、
果実肥大、ランナー発生促進、
節間伸長促進、成長促進

GA合成阻害剤

矮化抑制、倒伏軽減、
登熟促進

(Wilhelm Radenmacher, 2000)



GA生合成阻害剤のGA合成の作用点(酵素阻害)

土壌処理剤

- ・グリーンフィールド
- ・バウンティ

前期段階の阻害剤

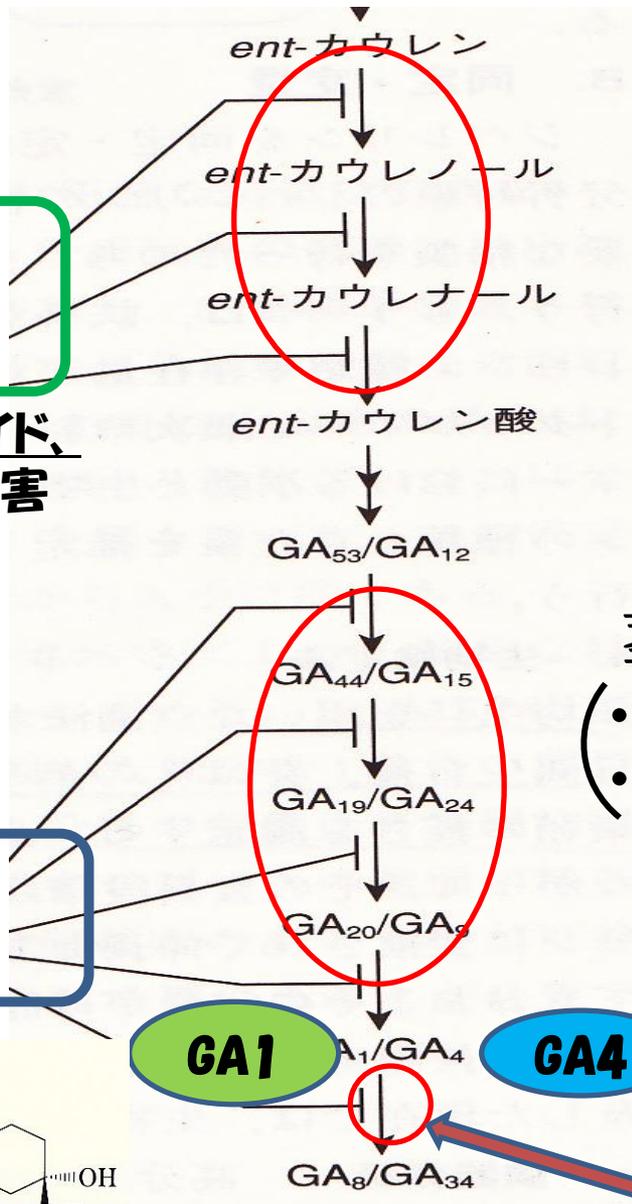
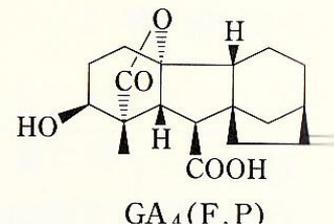
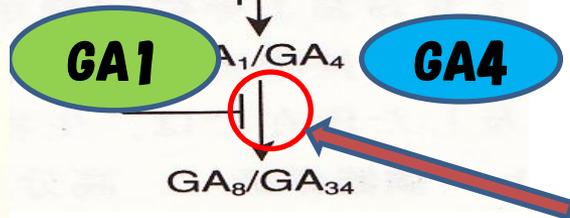
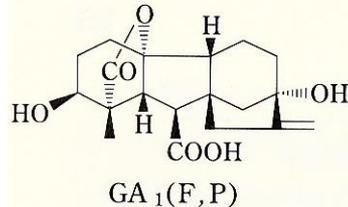
アブジジン酸、フラシステロイド、
サイトカイニン等もの合成も阻害
の恐れ。

シトクローム P450酵素

後期段階の阻害剤

茎葉処理剤

- ・プリモマックス
- ・ビオロック



GA生合成阻害剤の利用

A群 : 土壌処理

a. グリーンフィールド WP (フルルピリミドール) 刈込軽減、スズメノカタビラ密度低減

b. バウンティFL (パクロブトラゾール) 刈込軽減、スズメノカタビラ出穂抑制

• B群よりも植物体内、土壌中の分解遅い。特にb剤。

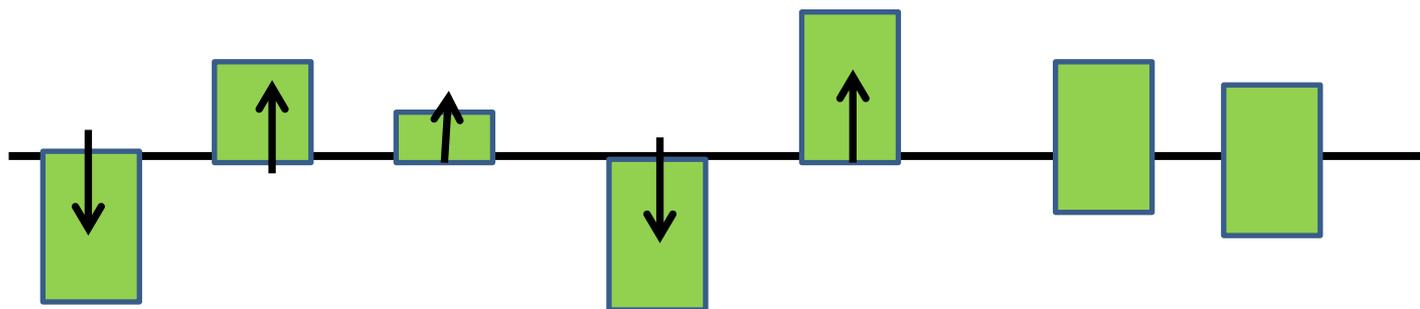
B群 : 茎葉処理

a. ビオロックFL (プロヘキサジオンCa塩) 刈込軽減・芽数増加

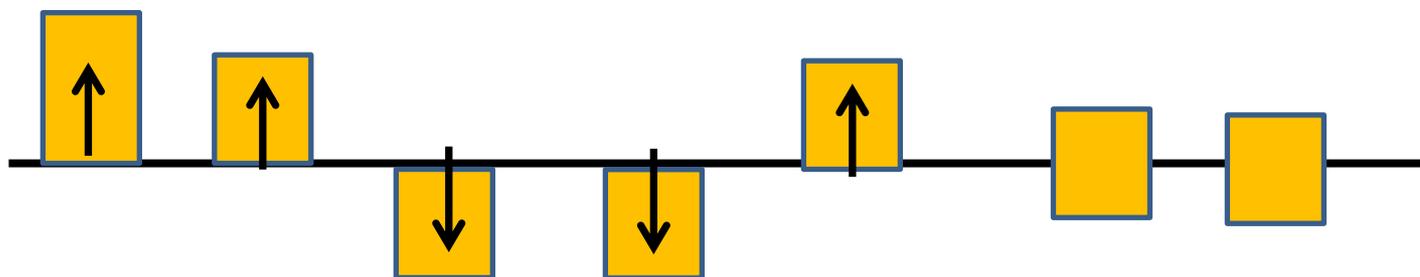
b. プリモマックス液剤 (トリネキサハックEt) 刈込軽減芽数増加・根量増加

• a,bは化学構造が酷似、とも代謝・分解期間短い。いずれもGA1,GA4からの代謝を阻害。Bはエステル体が活性成分に代謝されてから効果発揮。薬量よりも処理間隔が重要。

ジベレリン生合成阻害剤処理によるホルモンレベルの変化(模式図)



チツソ施用によるホルモンレベルの変化(模式図)



ジベレリン

サイトカイニン

ABA

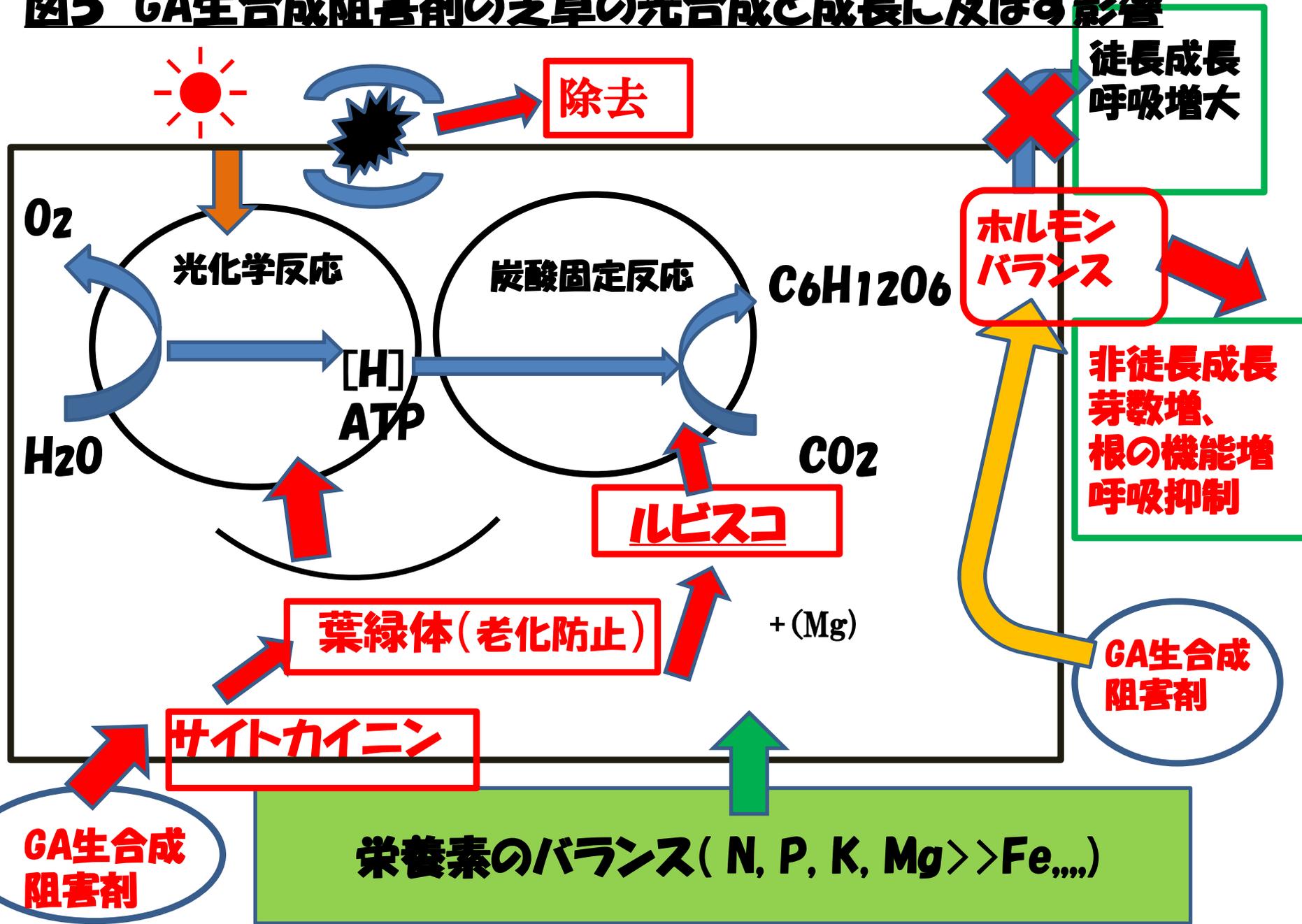
エチレン

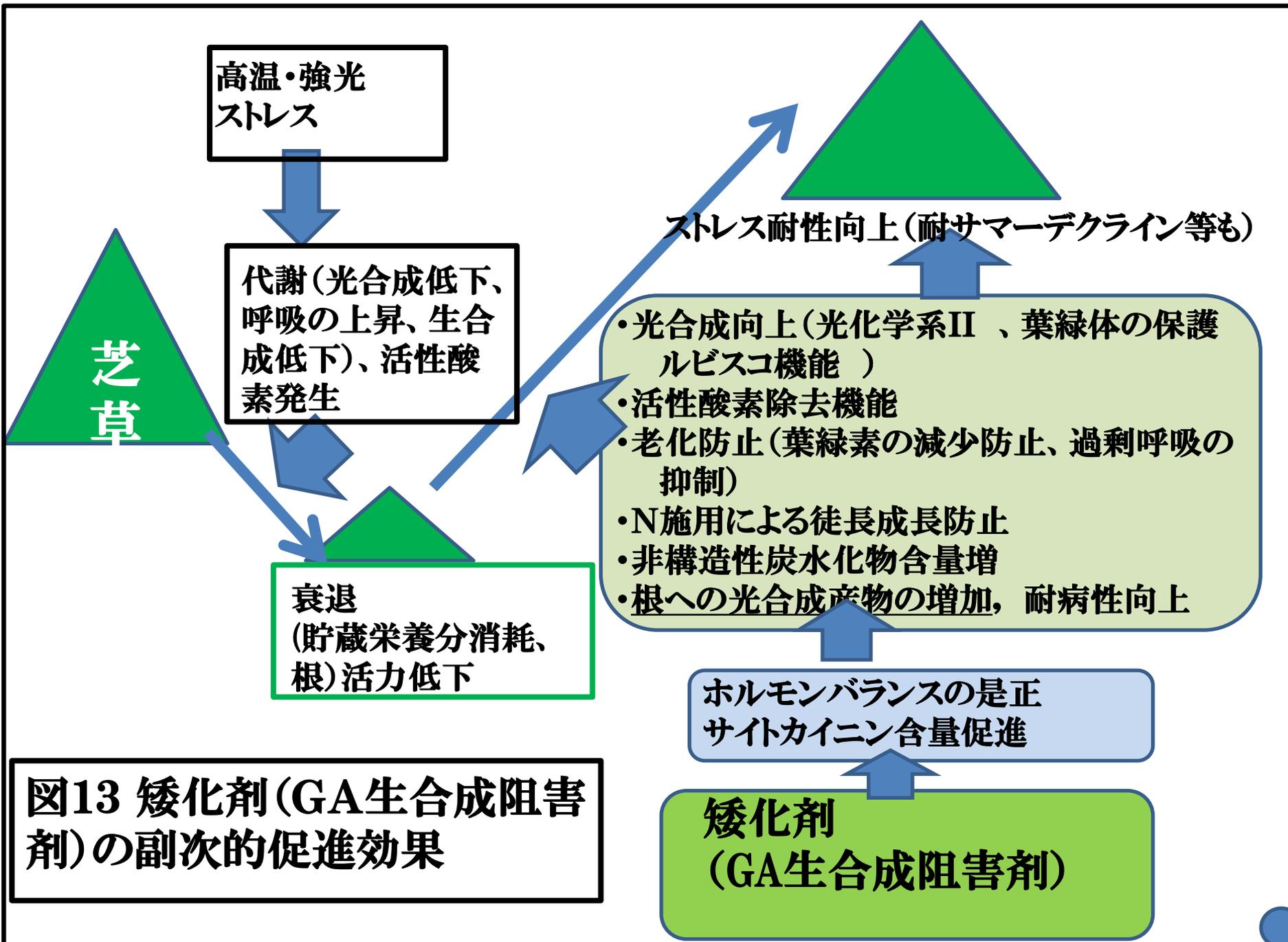
オーキシシン

GA合成阻害剤の副次的促進効果

- 光合成向上 (光化学系II、葉緑体の保護
ルビスコ機能)
- 活性酸素除去機能
- 老化防止 (葉緑素の減少防止、過剰呼吸の抑制)
- N施用による徒長成長防止
- 非構造的炭水化物含量増 (乾燥、低温等の耐性)
- 根への光合成産物の増加、根量増加
- 耐病性向上

図5 GA合成阻害剤の芝草の光合成と成長に及ぼす影響





高温・強光
ストレス

芝草

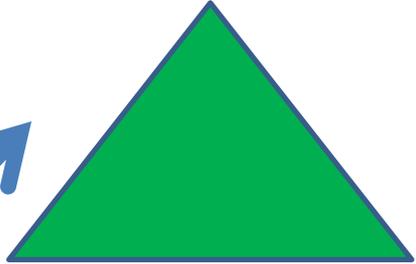
代謝 (光合成低下、
呼吸の上昇、生合成
低下)、活性酸素
発生

衰退
(貯蔵栄養分消耗、
根)活力低下

- 光合成向上 (光化学系II、葉緑体の保護ルビスコ機能)
- 活性酸素除去機能
- 老化防止 (葉緑素の減少防止、過剰呼吸の抑制)
- N施用による徒長成長防止
- 非構造型炭水化物含量増
- 根への光合成産物の増加, 耐病性向上

ホルモンバランスの是正
サイトカイニン含量促進

矮化剤
(GA生合成阻害剤)



ストレス耐性向上 (耐サマーデクライン等も)

図13 矮化剤 (GA生合成阻害剤) の副次的促進効果

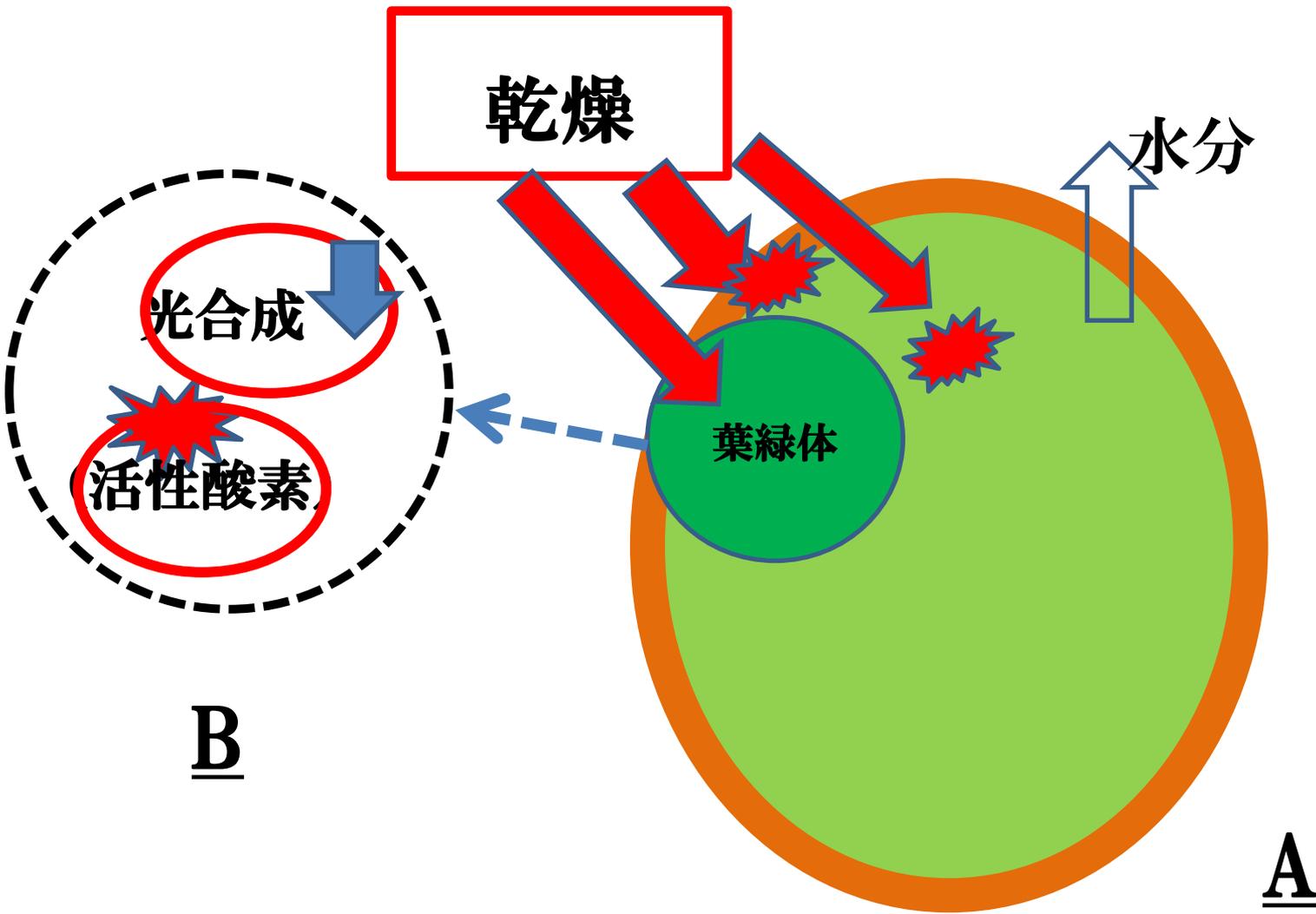
GA生合成阻害剤の生理作用に関する研究成果が国際的ジャーナルに報告されている。そのいくつかについて紹介する。

○トリネキサパックエチル (TE) はクリーピングベントグラス、ケンタッキーブルーグラス、バミューダグラスのサイトカイニン含量を増加した。

○非構造性炭水化物 (TNC) 含量も上げた。
根でも。

○トリネキサパックエチル はケンタッキーブルーグラスの乾燥耐性を上げた。
(光合成活性の維持、水分ロスの抑制、膜系の強化、気孔の機能維持)

○トリネキサパックエチルは低照度下のクリーピングベントグラスの成長を助け、ターフクオリティーを上げ、フラクトース含量を40%増加した。その茎葉密度を高N条件よりもむしろ低N条件で増加した。」と報告している。



細胞における乾燥ストレスへの対応

乾燥ストレス

光合成系



























































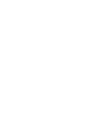






































































































































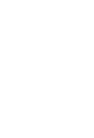








































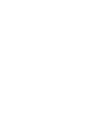




































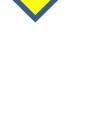


































バイオロック[®]フロアブル

無 散 布



バイオロックの耐乾燥性付与効果

試験場所：長野県 AGC (No. 13FW)

草 種：ケンタッキーブルーグラス
スズメノカタビラ

供試薬剤：バイオロックフロアブル

薬 量：0.06 ml/m²

薬剤処理日：2003. 8. 1

試験結果：

バイオロック処理区では夏季高温・乾燥による芝草の枯れ・落ち込みが少なかった。

表4 低照度下(-80%)におけるクリーピングベントグラスのフラクトース含量に及ぼすトリネキサパッカーエチルの影響 (1999)

薬量(有効成分) Trinexapac-ethyl rate	Fructose フラクトース	
	Shoots plus stems 地上部	Root 地下部
kg a.i. ha ⁻¹	mg fructose g ⁻¹ tissue	
0.000	14.7b†	3.1c
0.042	20.4a	4.6c
0.070	21.7a	2.6c

† Means followed by the same letter in each column and row are not significantly different ($P = 0.05$) according to Fisher's protected means separation test.

図20. 光合成能(C3植物)

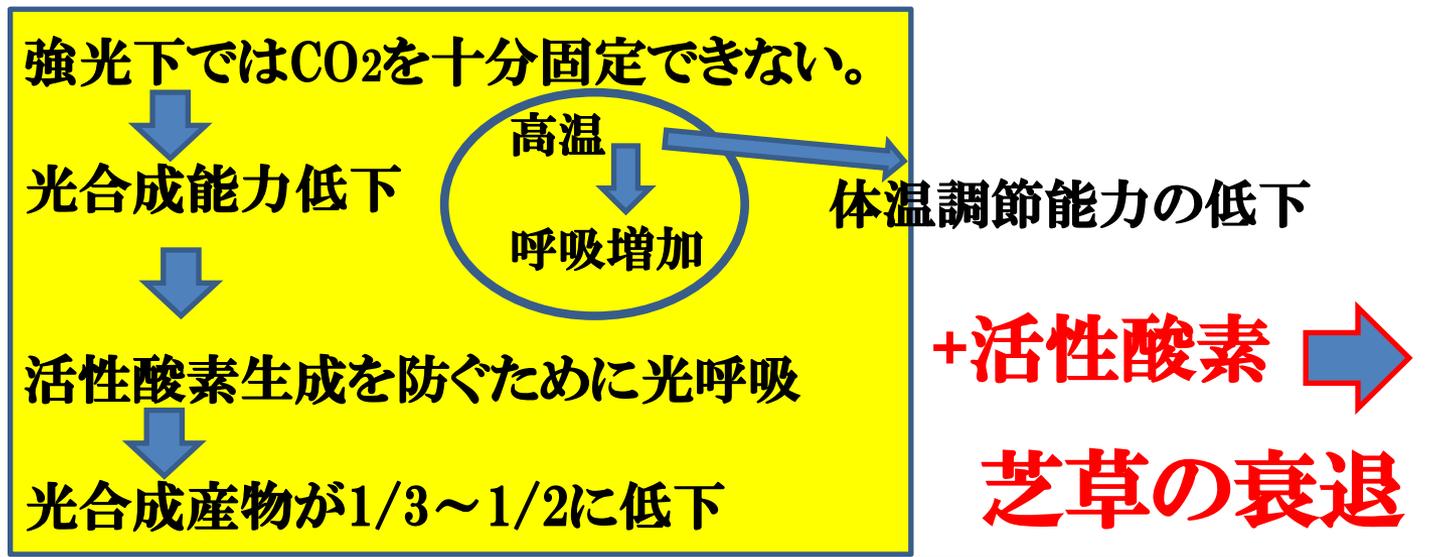
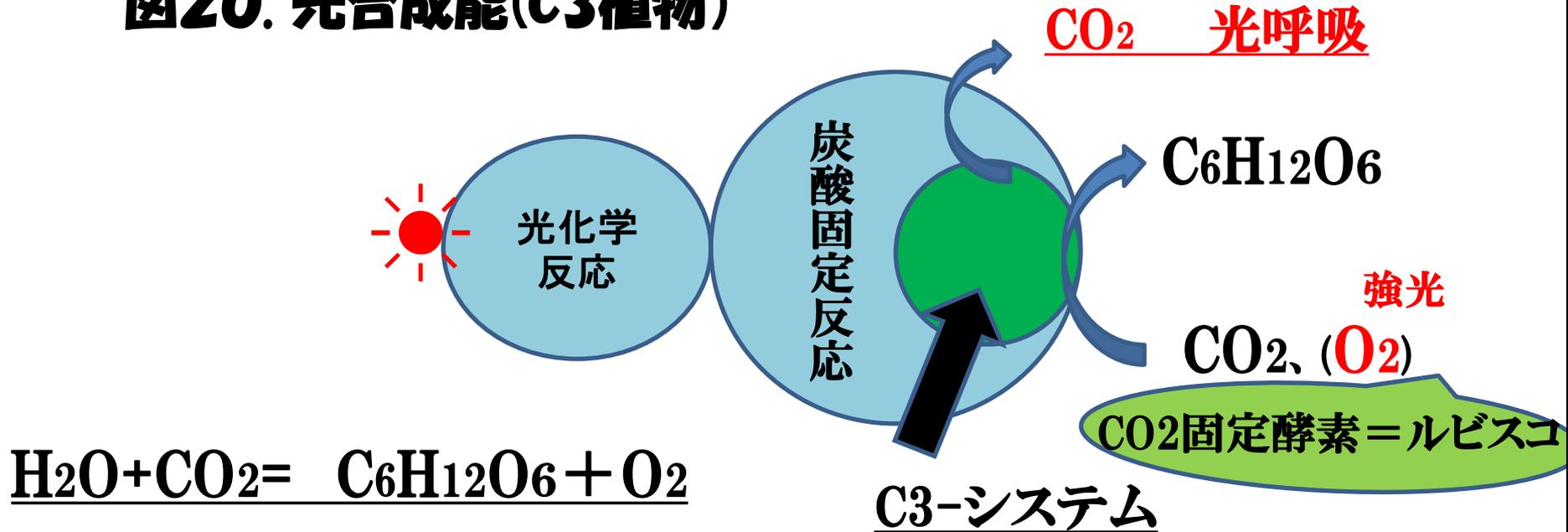
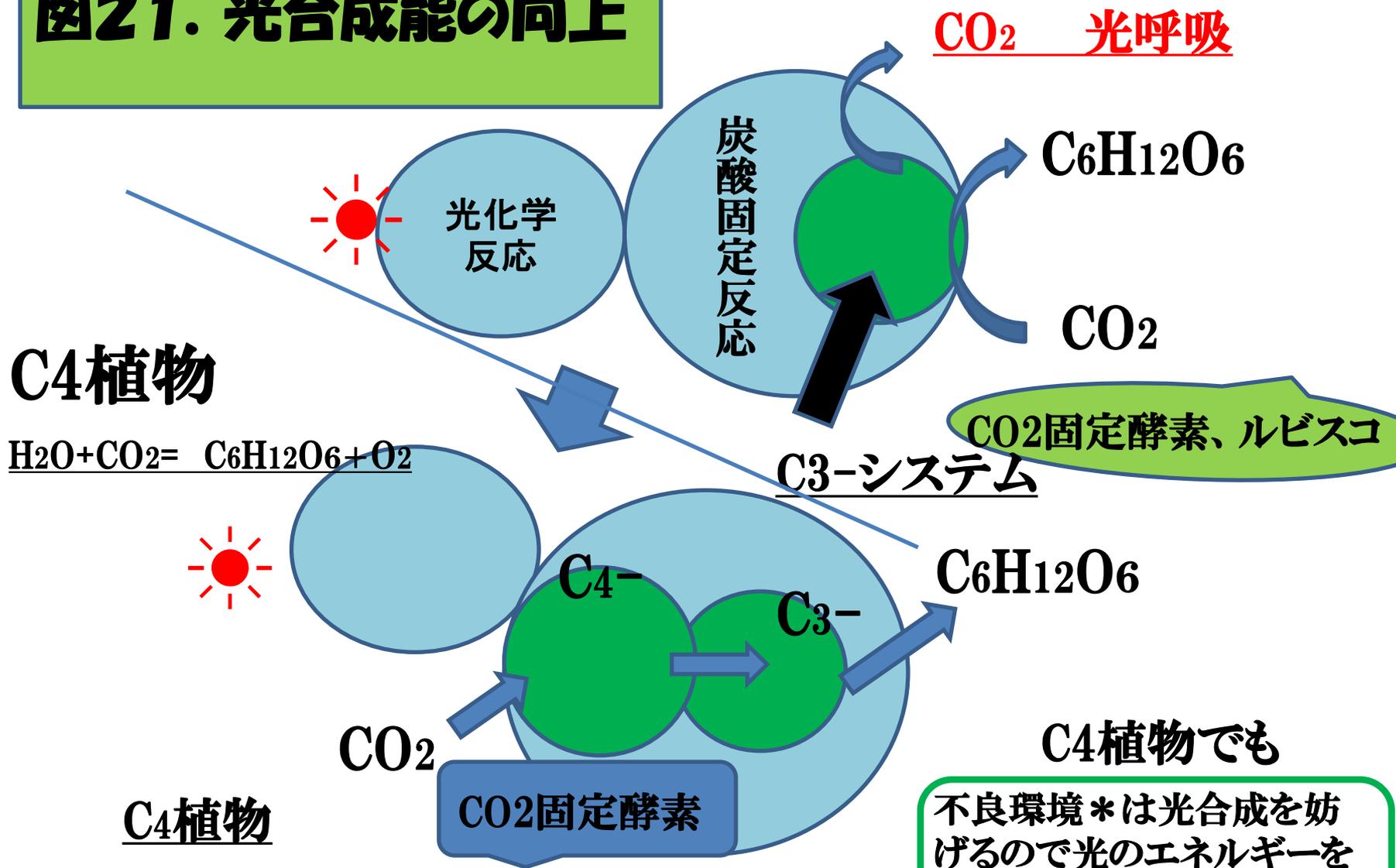
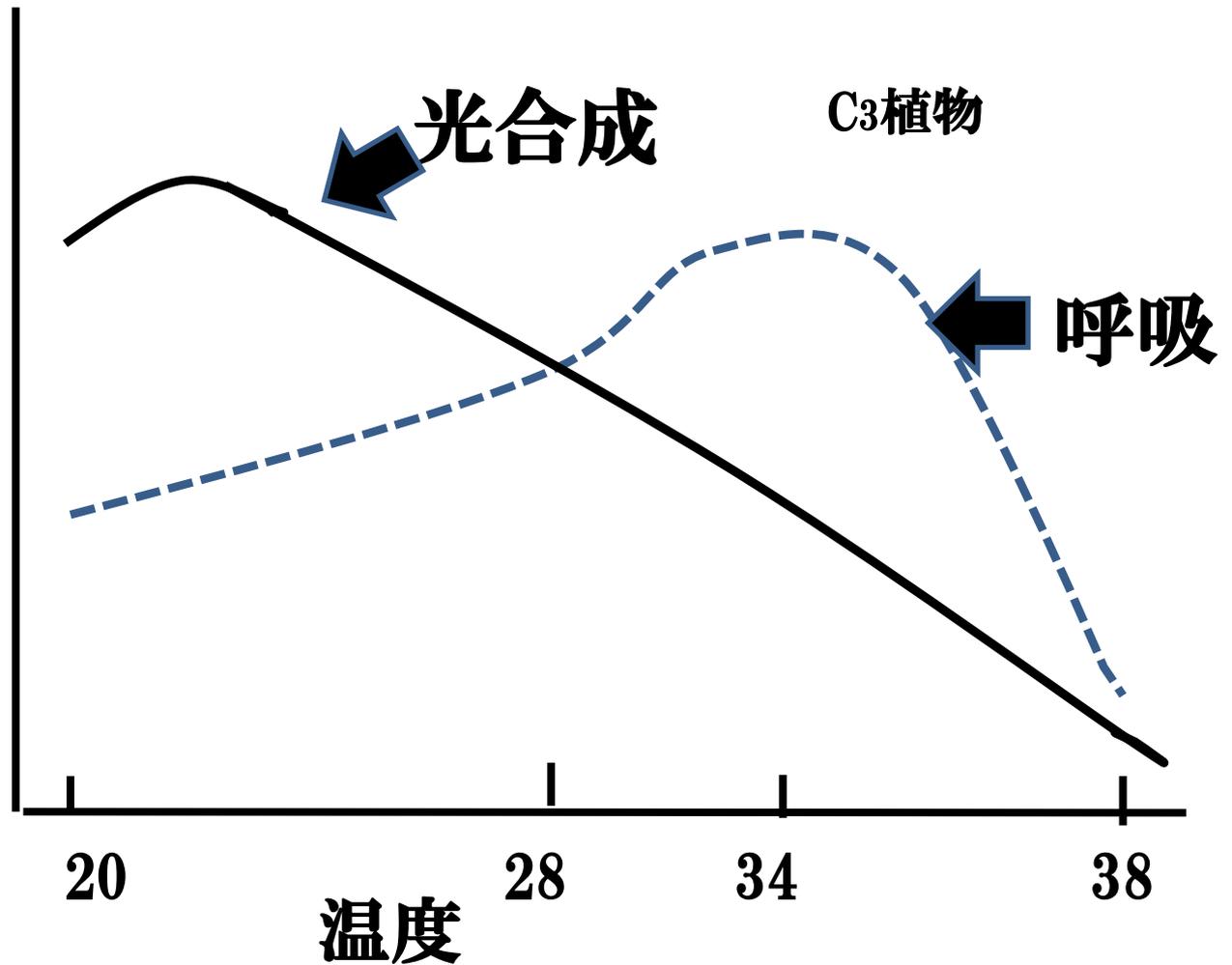


図21. 光合成能の向上

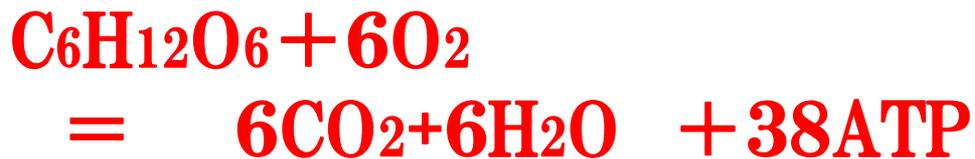
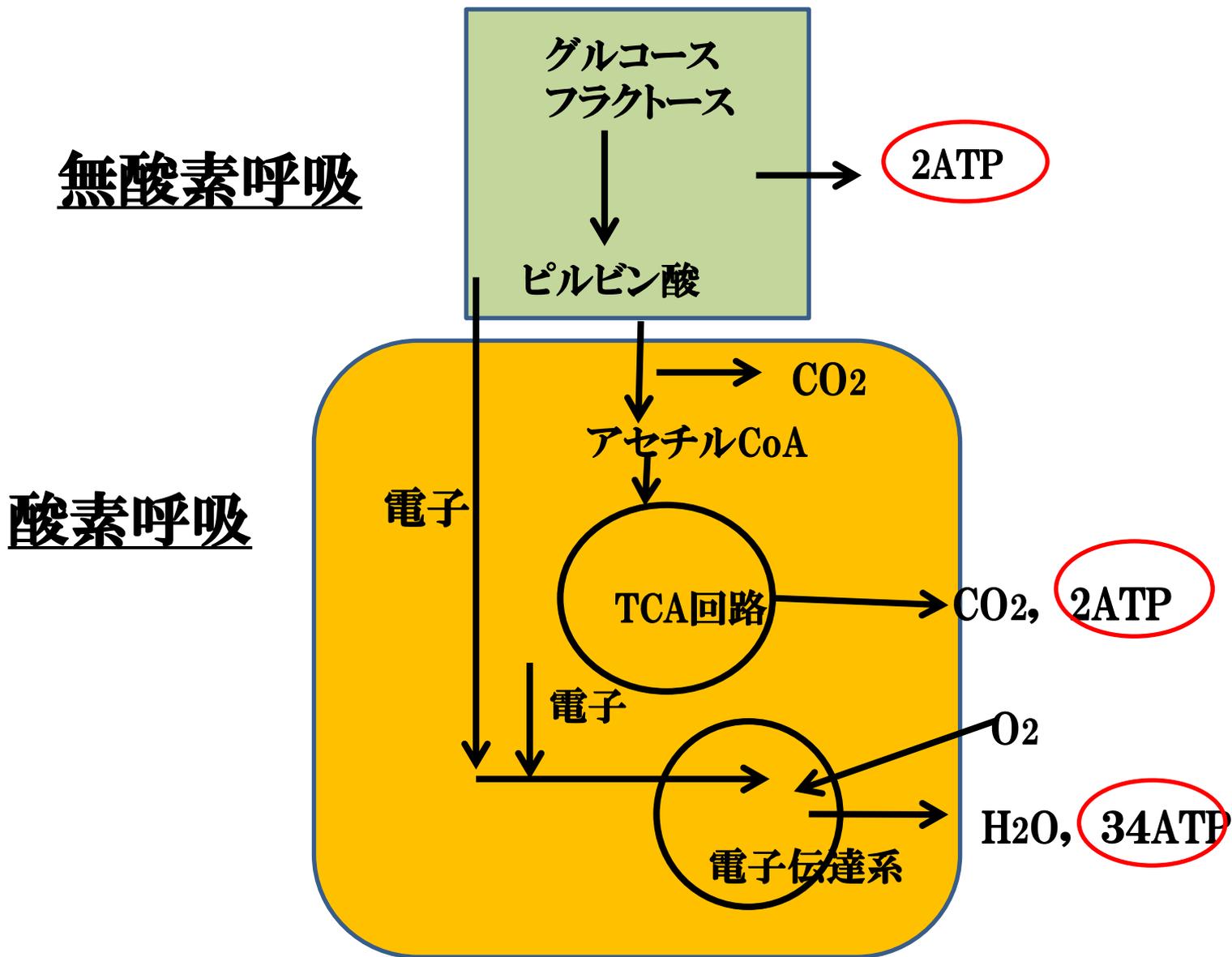


*乾燥、高温、低温、栄養問題、土壌固結

光合成・呼吸(CO₂吸収、排出速度)



温度が上昇すると、呼吸量が増加する。C₃植物では温度が高いと、光合成速度が低下する。施肥によっても呼吸量が増加。特にNの施肥。



芝草の環境ストレス対策

A. 雑草・病害虫管理

B. 環境改善による葉・根の機能向上
バランスのよい栄養補給



C. GA合成阻害剤の効果的利用

- 光合成系から発生する活性酸素の除去
- 光合成活性維持、その他

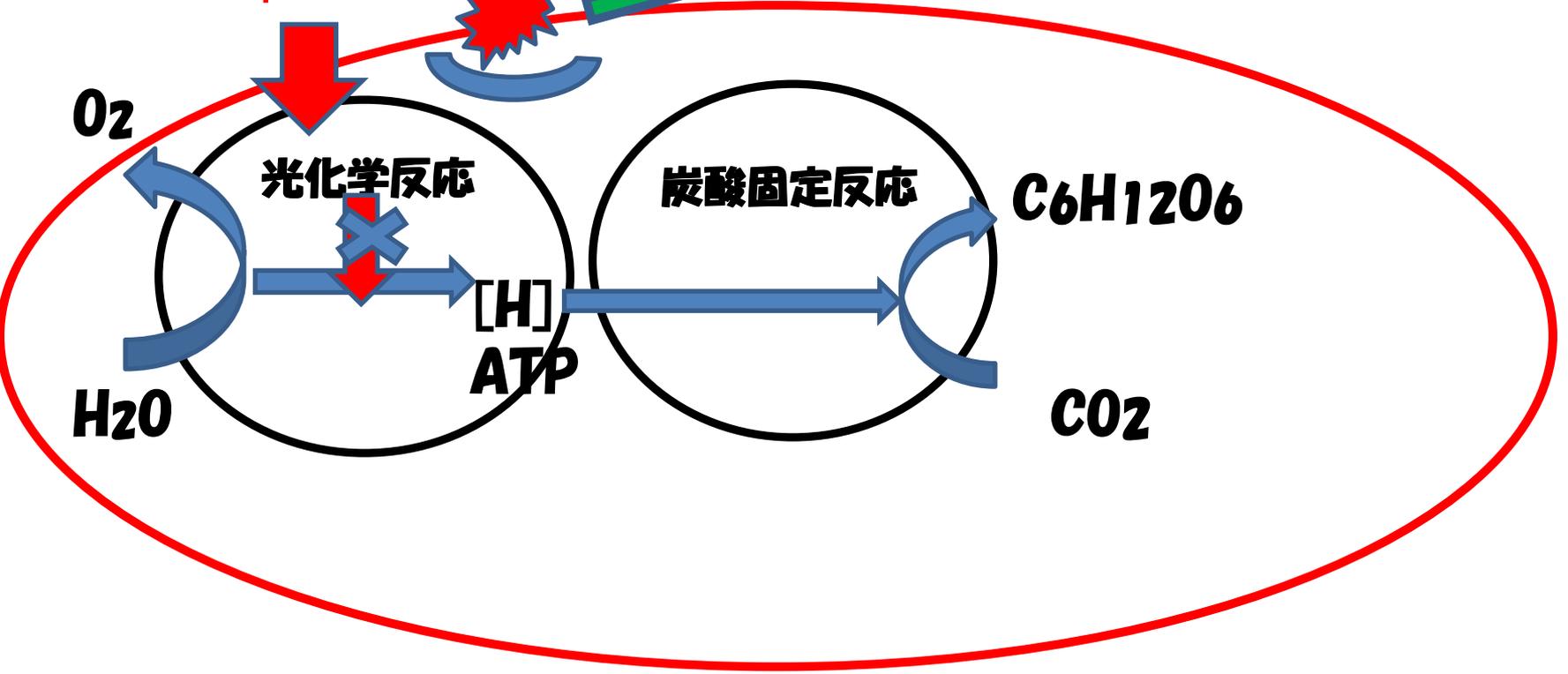
- ・光合成向上(光化学系II、葉緑体の保護ルビスコ機能)
- ・活性酸素除去機能
- ・老化防止(葉緑素の減少防止、過剰呼吸の抑制)
- ・N施用による徒長成長防止
- ・非構造的炭水化物含量増(乾燥、低温等の耐性)
- ・根への光合成産物の増加
- ・耐病性向上



強光ストレス

1. 過剰なエネルギーを熱エネルギーにして発散

2. 発生した活性酸素を除去

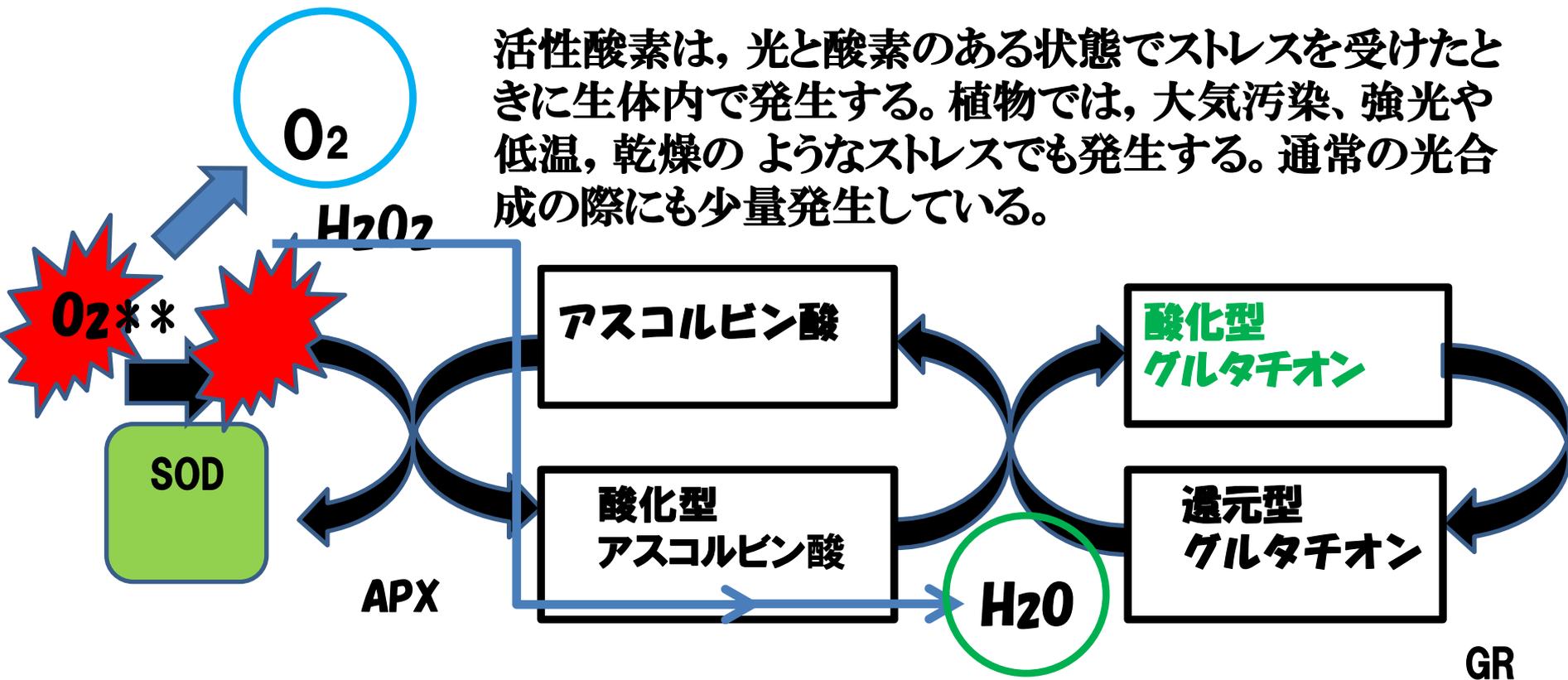


光合成

活性酸素

活性酸素害
光合成能力の低下

活性酸素は、光と酸素のある状態でストレスを受けたときに生体内で発生する。植物では、大気汚染、強光や低温、乾燥のようなストレスでも発生する。通常の光合成の際にも少量発生している。



微量栄養素、重要

SOD:superoxide dismutase
APX:ascorbate peroxidase

+抗酸化物質(活性酸素を捕捉する)

- ポリフェノール類、(+アントシアニン等)
- カロテノイド
- ビタミンC

図22. 活性酸素除去系

適切な栄養素の供給は芝草の生存と成長、生育に必須。

植物に必須の栄養素

矮化剤のストレス耐性の
安定のためにも

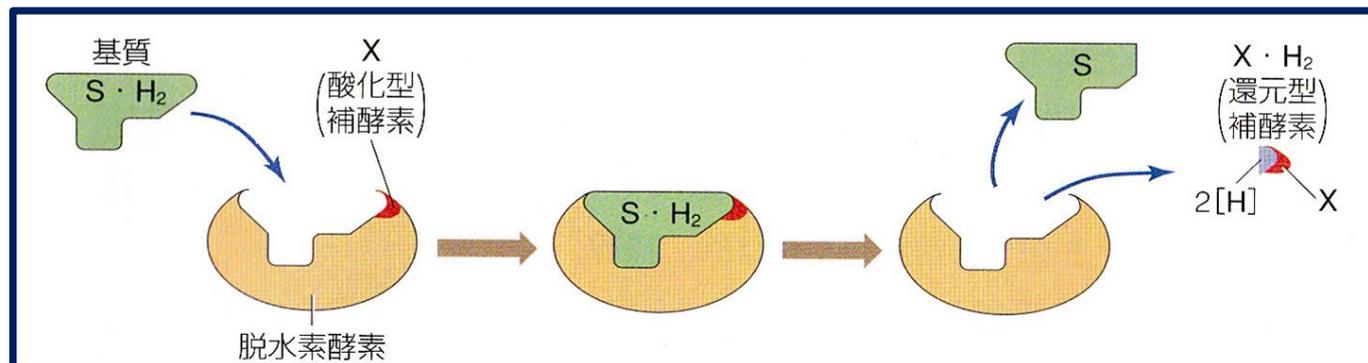
多量要素: N, P, K

Kも重要

中量要素: S, Ca, Mg

微量元素: Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo,
Ni, Co, Cl, (Na), (Si)

特に微量栄養要素の重要性(補酵素、重要成分の構成要素)



①図 16 補酵素のはたらき

補酵素を必要とする酵素には呼吸にはたらく脱水素酵素や脱炭酸酵素(→ p.19)などがあり、これらの補酵素(本書では X で表す²⁾)には水溶性のビタミン B 群の化合物が多い。

- 酵素の活性化、1元素でも多数の酵素を活性化、Mnでは35も
- 重要成分の構成成分、クロロフィル、ヘム、チトクローム、カタラーゼ、パーオキシダーゼ)

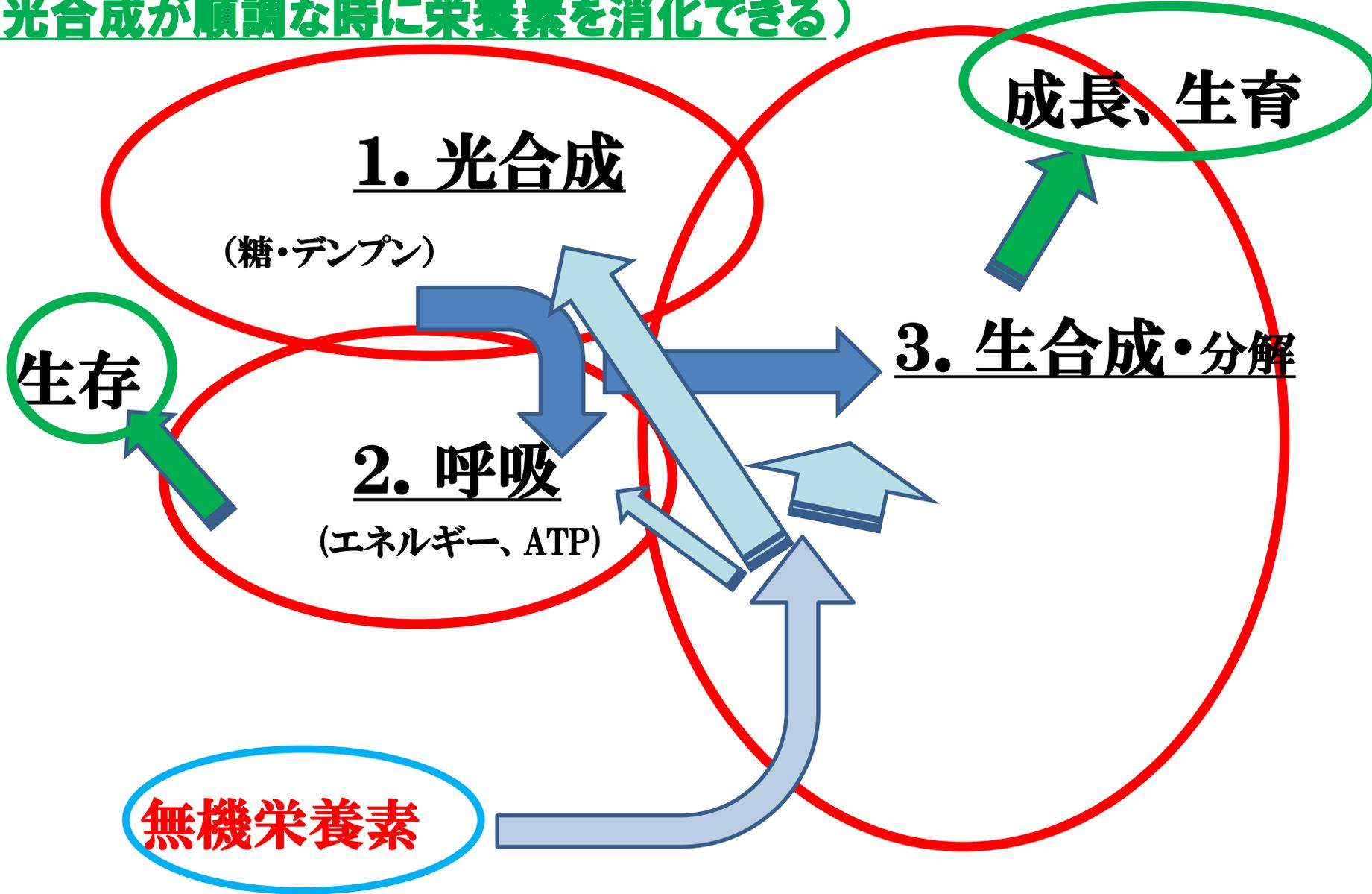
光合成系 Mg, Fe, Mo, Mn, Cu, Zn.

呼吸系 Fe, Mo, Zn, Cu.

活性酸素除去系 Fe, Mn, Co, Zn

過剰施用にも注意、バランスも

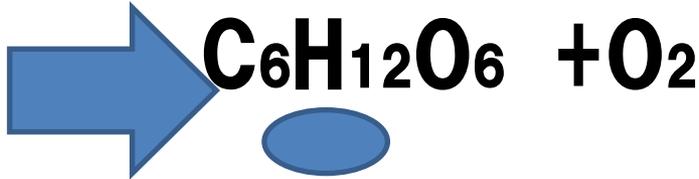
光合成が不調な時は無機栄養素の過剰施用は生育障害を起こす
(光合成が順調な時に栄養素を消化できる)



糖の過剰施用にも注意

光のエネルギー

糖の蓄積が少ないと、反応は右に行く。



活性酸素の発生

反応が右に進まない。

光合成が減速し、
光のエネルギーを
消化できない

- 光合成産物多い。
- 外からの糖の供給

芝草管理場面における矮化剤の効率的利用

土田ら、芝草学会

バンバ圃場

24mmに刈込



5日後薬剤散布 (200ml/m²)



○75mmを超えた時点で刈り込みを繰り返す

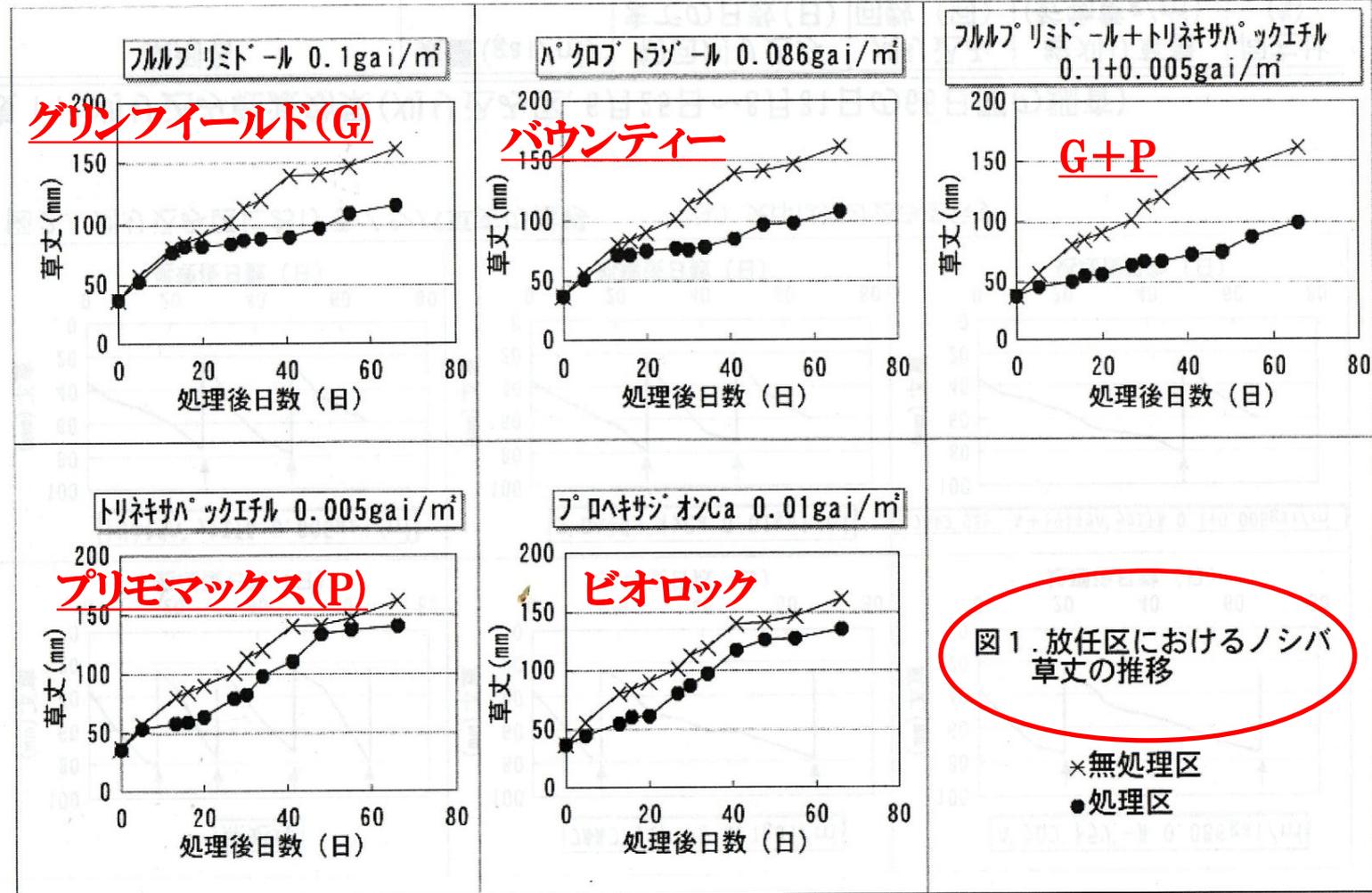
○経時的に草丈の変化、刈取り重量測定。

より効果的な抑草のために①

平成9年度日本芝草学会春季大会講演要旨より

図23. 芝草管理場面における抑草剤の効率的利用

(財) 日本植物調節剤研究協会研究所 土田・橋本



無処理

グリーンフィールド(G)

バウンティ

刈り込みが重要

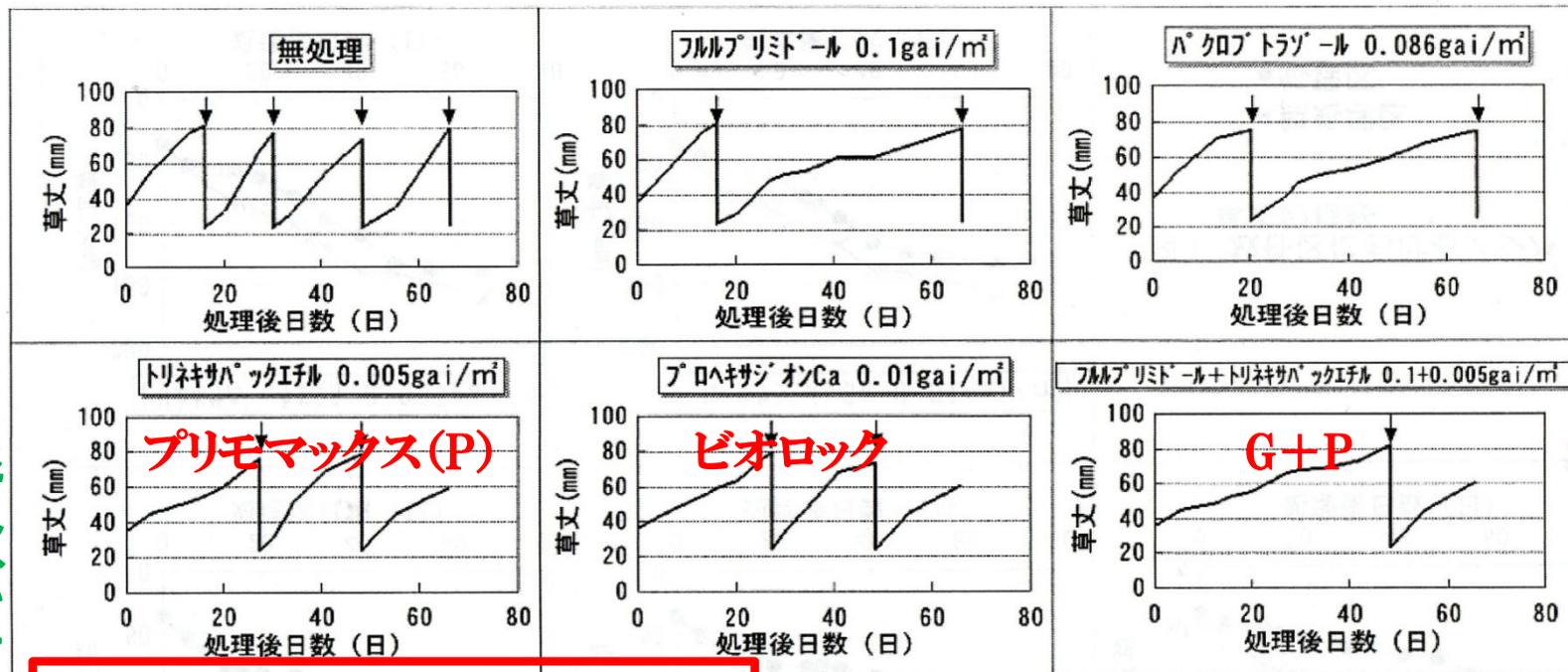


図2. 刈り込み区におけるノシバ草丈の推移

注) 矢印は刈り込みを示す

表1. 刈り込み軽減効果(刈り込み区、6月25日～8月31日の66日間の調査)

薬剤名	薬量 (gai/m ²)	初回刈り込みまでの日数(日)	刈り込み回数(回)	総刈り草量(乾物重g/m ²)	同左比(%)
無処理	---	16	4	269	100
フルプロリトール	0.1	16	2	142	53
ハクロブトラゾール	0.086	20	2	128	48
トリネキサハックエチル	0.005	27	2	163	61
プロヘキサジオンCa	0.01	27	2	161	60
フルプロリトール+トリネキサハックエチル	0.1+0.005	48	1	80	30

Increasing Precision of Plant Growth Regulator Use

Bill Kreuser
Cornell University

PGRの効果安定のために

○夏季に効果低下

○代謝は気温と直接関係する。
半減期は18°Cでは6.4日
30°Cでは3.1日。

○温度が2倍になると分解量も
2倍になる。

PGR Metabolism

Decreased Efficacy During Summer

- Lickfelt et al. (2005)
- Beasley and Branham (2007)

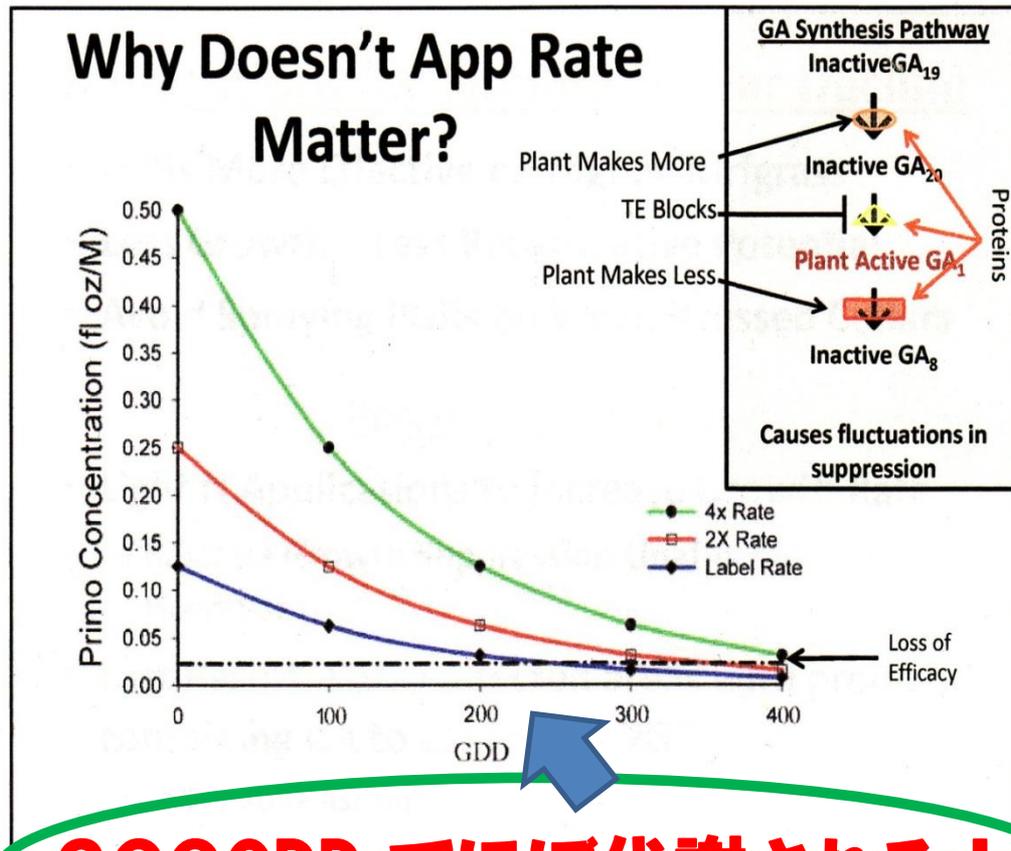
TE Metabolism Directly Related to Air Temperature (Beasley and Branham, 2005)

- 6.4 Day Half Life at 64°F (18°C)
- 3.1 Day Half Life at 86°F (30°C)

Doubling Temperature (°C) Doubles TE Breakdown

図26. 何故薬量は重要でないのか

•TEの代謝は温度の影響が大きい。
 薬量を多くしても、温度が高いと標準区と大差なく、分解される。

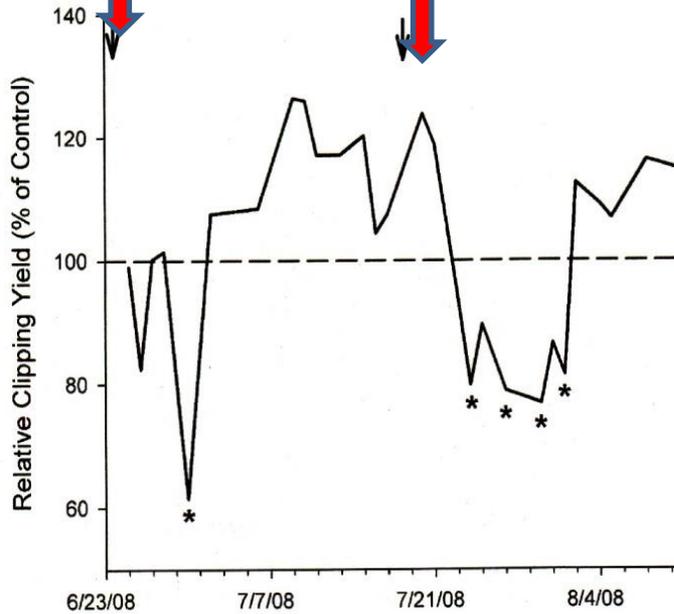


200GDD でほぼ代謝される！！

トリネキサパックの4週間ごとの散布

図24.

Four Week TE Applications



TEを4週間後に散布。

茎葉刈取り量(対無処理比)

TEを200GDD毎に散布。

200GDDでの散布

図25.

200 GDD TE Applications

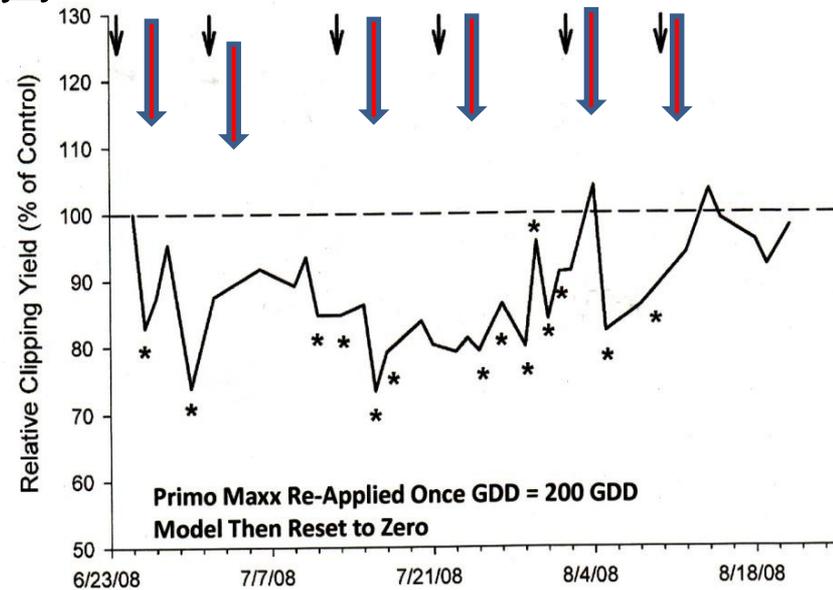


図27. プロヘキサジオン処理と施肥タイミングの抑草効果に及ぼす影響(芝草研究 41-1, 千葉ら)

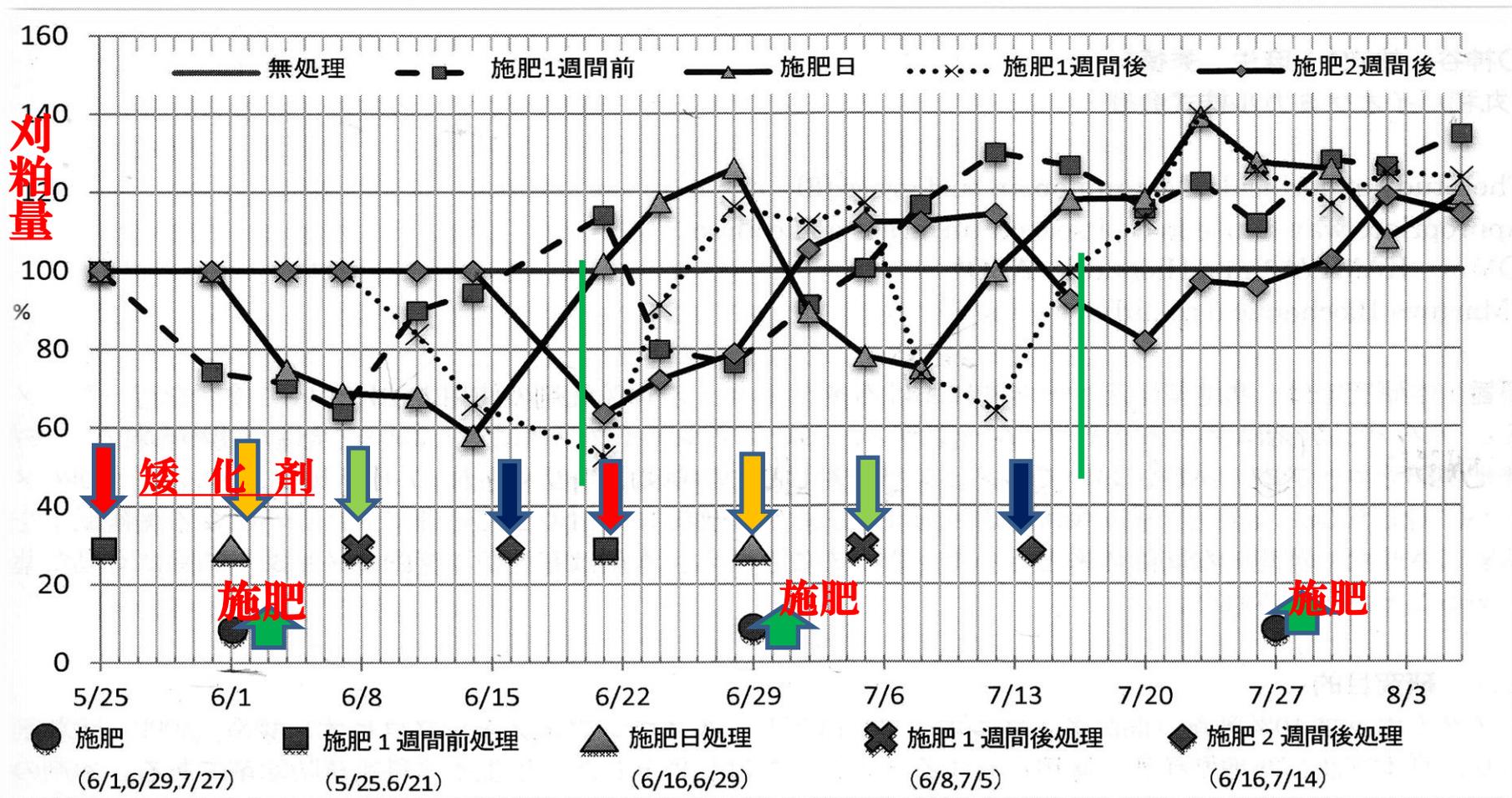


図 - 1 処理タイミングによる刈粕生体重の推移 (無処理区比)

ビオロックの効果が低下し始める3週間以降の施肥はリバウンドが大きくなるようであった。

図28. プロヘキサジオン-Ca塩と施肥条件の関係 千葉ら、芝草研究 41-1、p16-17

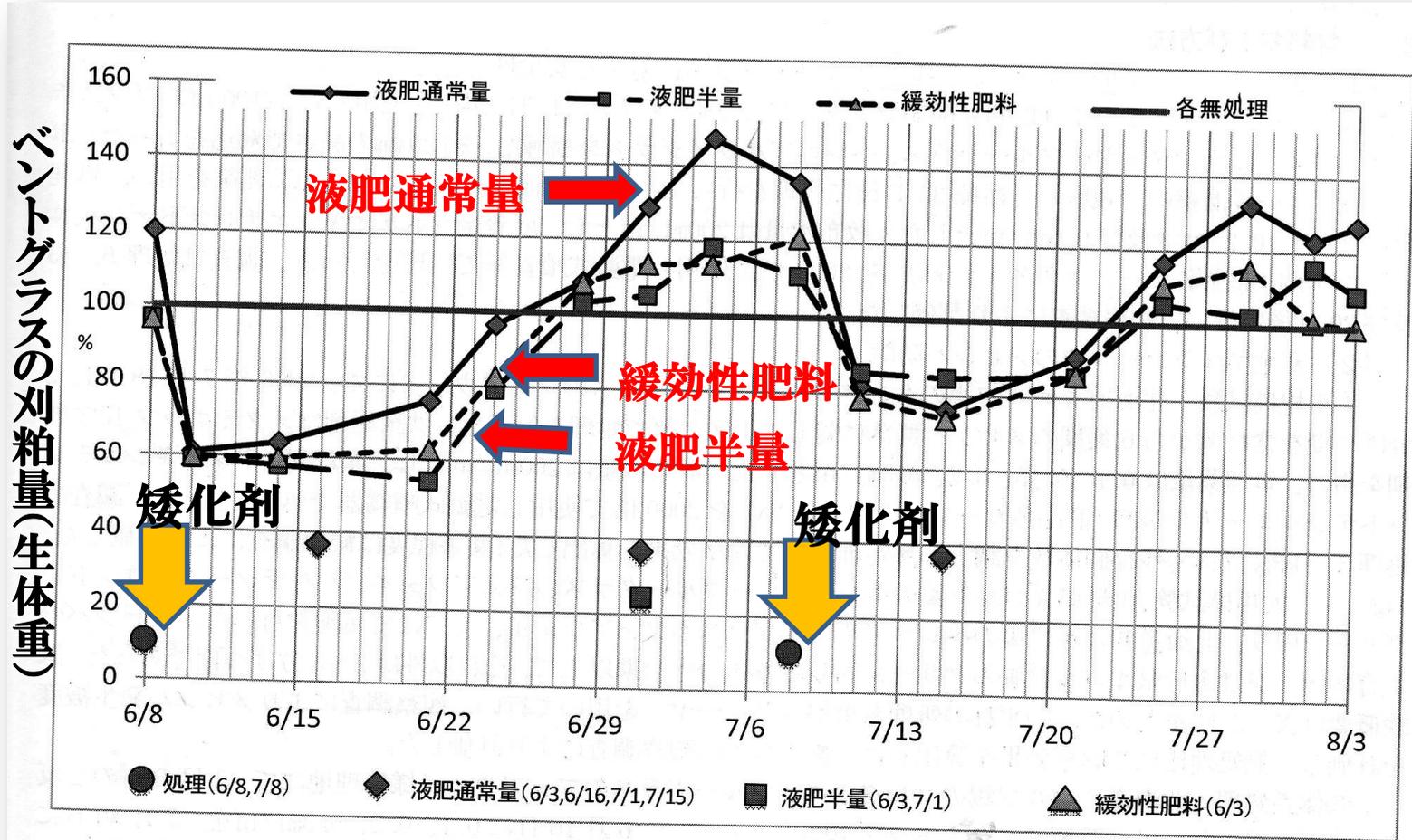


図 - 2 施肥量、肥料による刈粕生体重の推移 (各無処理区比)

安定した抑草効果を得るためには少量施肥や緩効性肥料の使用が有効である。

- 安定した効果を得るためには、施肥のタイミング、少量施肥や緩効性肥料の使用が重要であった。
- 矮化剤の芝草のストレス軽減・生育促進効果にも薬量と施肥の関係が重要である。

表5 Carbon footprint of amenity turf (Cranfield university (UK) , 2008.)

1. The model CranTurfC was used to compare identical model turf systems that either use or do not use the plant growth regulator PrimoMAXX (Trinexapac-ethyl). From these calculations, PrimoMAXX use on sports turf and golf courses:

プリモ

- i. reduces CO₂ emissions from turf maintenance by 39-58%
- ii. reduces turf maintenance costs by 4-21%

削減CO₂量

削減コスト

Surface type	Reduction in CO ₂ emissions	Reduction in cost
<i>Football (Soccer)</i>		
Professional	45%	17%
Amateur/Recreational	52%	4%
<i>Golf</i>		
Tees	39%	21%
USGA Greens	43%	18%
Push-up Greens	48%	16%
Fairways	44%	19%
Semi-rough	58%	11%

These calculations were based on input data from: published sources, Syngenta and from interviews with ground staff and greenkeepers. The output is based on a number of assumptions detailed in this report.

CO₂も管理コストも削減できる。

環境ストレス耐性向上

PGR(GA生合成阻害剤)

+

適切な施肥
(バランス、量、タイミング)

+

耕種的管理の改善
(土壌・周辺環境、芝草管理)

図29. 成長調整剤の効果的な使用
(芝草の環境ストレス耐性向上のための)

御清聴有難うございました。

